VITTORIO EM. III

Digitized by Google

FONDO PIZZOFALCONE

BIBLIOTECA PROVINCIALE

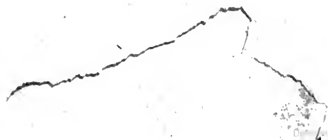
Armadio XXXI

Palchetto 3

Num.º d' ordine 50 bis 2

NAZIONALE
B. Prov.
I
852
BIBLIOTECA
VITT. EM.

B. P.
I
852





ESSAI
THÉORIQUE ET EXPÉRIMENTAL
SUR
LE GALVANISME.

Google

[illegible]

[illegible]

[illegible]

[illegible]

Digitized by Google

607019
SBN

ESSAI
THÉORIQUE ET EXPÉRIMENTAL
SUR
LE GALVANISME,

AVEC UNE SÉRIE D'EXPÉRIENCES

FAITES EN PRÉSENCE DES COMMISSAIRES DE L'INSTITUT NATIONAL DE FRANCE,
ET EN DIVERS AMPHITHÉATRES ANATOMIQUES DE LONDRES,

PAR JEAN ALDINI,

Professeur en l'Université de Bologne, de l'Institut national de la République italienne, des Sociétés Galvanique et Académique des sciences de Paris, des Sociétés de médecine de Paris et de Londres, de l'Athénée des arts, des Académies de Bologne, de Turin, Mantoue, etc.

Avec Planches.



TOME SECOND.

PARIS,

DE L'IMPRIMERIE DE FOURNIER FILS.

CHEZ { LES FRÈRES PIRANESI, PLACE DU TRIBUNAT, N.o 1354.
JOSEPH LUCCHESINI, LIBRAIRE, A BOLOGNE.

AN XII. — M. DCCCIV.

Digitized by Google

Digitized by Google

INTRODUCTION.

Les Mémoires que je vais publier dans ce volume ne contiennent que des éclaircissements et des développements de mon Essai sur le galvanisme : ils peuvent en être considérés comme une suite nécessaire ; ils doivent en conséquence être compris sous le même titre, comme formant une véritable partie du même ouvrage. Plusieurs raisons m'ont déterminé à les publier séparément : la principale est que les faits qu'ils contiennent me paraissent encore susceptibles d'un plus

Digitized by Google

haut degré de probabilité et d'exactitude, avant de pouvoir être admis dans un corps de doctrine. J'ai jugé cependant convenable d'offrir ces nouvelles recherches aux méditations des savants, comme le moyen le plus assuré de leur acquérir la mesure de confiance qu'elles doivent atteindre pour consolider un jour cette nouvelle branche de la science.

Qu'il me soit maintenant permis de parcourir avec rapidité les principaux objets qui sont traités dans cette dernière partie de mon Essai sur le galvanisme. J'avais déja fait plusieurs

expériences à la mer pour évaluer la vitesse avec laquelle l'influence galvanique parcourt de grands espaces au travers de ses eaux. Dernièrement j'ai tenté des expériences comparatives sur la Seine et sur la Marne. Ces observations rapprochent de beaucoup les propriétés du galvanisme de celles de l'électricité générale, et forment l'objet du premier Mémoire.

Quelques éclaircissements sur la théorie des sécrétions animales m'ont occupé dans le second. Je ne prétends point m'appuyer des expériences de plusieurs physiologistes, ni même

des miennes sur le systême glandulaire, à l'aide du galvanisme, pour combattre les opinions déja établies sur les sécrétions: je me bornerai à l'exposition des faits. C'est sur eux que j'ai élevé mon opinion particulière; il reste maintenant aux physiciens et aux physiologistes à analyser mes conjectures, et à faire connaître leur jugement.

Des vues philanthropiques m'ont déterminé à faire une suite d'expériences sur un criminel exécuté à Londres par le supplice de la corde; je m'y suis livré avec d'autant plus de

courage, qu'elles n'avaient pas encore été entreprises. Le troisième Mémoire en donnera les détails. J'ai associé le galvanisme à d'autres stimulants pour en évaluer l'énergie respective et simultanée; les résultats les plus satisfaisants m'ont engagé à proposer l'emploi de ces moyens combinés dans le cas d'asphyxie. J'ose espérer que les médecins trouveront ici un agent des plus énergiques pour rappeler les forces presque éteintes de la vie. Quoique le galvanisme soit un principe inhérent à la machine animale, il est néanmoins en notre pouvoir d'aug-

menter et de rendre plus sensible son action par les nouveaux procédés empruntés de la physique.

La torpille, le gymnotus électrique, le silurus, étudiés dans leurs rapports avec le galvanisme, forment le sujet du quatrième Mémoire. Les animaux doués au plus haut degré d'énergie, d'une faculté qui peut-être ne leur est pas exclusive, présentent de véritables piles animales, formées des mains de la nature, et accompagnées de phénomènes égaux à ceux de nos appareils galvaniques artificiels. Un tel objet sans doute

était digne des recherches de Galvani : aussi avait-il consacré les derniers jours de sa vie à d'ingénieuses expériences, qui peut-être conduiront un jour les physiologistes à résoudre les plus grands problêmes de la vie animale. Je me félicite de pouvoir faire connaître ici ses travaux, et de les lier à l'état actuel de nos connaissances, pour en déduire ensuite des conséquences générales.

J'ai examiné, dans un autre Mémoire, le pouvoir conducteur de la flamme, les phénomènes des attractions électri-

ques, et les formes diverses imprimées aux corps par différentes électricités; et je finis par m'occuper de la construction d'une nouvelle bouteille de Leyde. Cet opuscule, que Galvani n'a pas jugé indigne de l'attention du public, occupe une place dans son dernier ouvrage qu'il fit imprimer en 1797. Je le reproduis aujourd'hui, augmenté d'observations sur la flamme, faites à Oxfort avec le professeur Christophe Pegg, et d'autres faites à Londres avec M. Culthbertson.

Ceux qui connaissent l'histoire du galvanisme se rapel-

leront sans doute de l'époque où l'on prétendait expliquer les contractions musculaires par l'action exclusive d'une électricité métallique. Cette espèce de révolution dans le système de Galvani vint à ma connaissance lorsqu'il me prodiguait ses soins dans une fièvre adinamique, du caractère le plus meurtrier. Echappé par ses efforts à une mort presque inévitable, je m'occupai d'abord avec zèle d'un travail à l'appui d'une doctrine dont je restais convaincu malgré les attaques qu'on lui avait portées. J'étais bien aise de pouvoir ainsi rendre hom-

mage à la vérité, et de donner en même temps à Galvani un témoignage public de ma reconnaissance. J'entrepris donc et publiai en 1794 des expériences propres à démontrer que l'on obtenait des contractions musculaires avec un seul métal, et qu'on pouvait les reproduire en faisant usage de deux métaux hétérogènes, dont l'électricité était préalablement mise en équilibre. L'on verra la série de mes expériences dans mon Mémoire, traduit du latin avec beaucoup d'exactitude, et enrichi de plusieurs notes par M. Dessaix. Je dois

Digitized by Google

consigner ici les obligations que j'ai à MM. Reynold et Humboldt, pour avoir appuyé et agrandi mon travail par une longue suite de faits curieux, et d'observations nouvelles.

L'ouvrage sera terminé par les expériences que j'ai faites à l'Ecole vétérinaire d'Alfort avec plusieurs membres de la Société galvanique, dans l'intention de connaître les effets du galvanisme sur de grands animaux. J'y ajouterai encore d'autres mémoires et quelques lettres concernant la science galvanique, que je tiens de

plusieurs savants qui m'honorent de leur correspondance, et qui m'ont aidé de leurs lumières.

Digitized by Google

ESSAI

THÉORIQUE ET EXPÉRIMENTAL

SUR

LE GALVANISME.



MÉMOIRE I.er

Concernant le passage du galvanisme à travers une partie de l'Océan et des rivières.

Les rapports intimes qui existent entre les effets du galvanisme et ceux de l'électricité générale exigeaient qu'on examinât l'influence du galvanisme à travers une vaste étendue d'eau. Les expériences faites au lac de Genève par les célèbres frères de Luc, à l'aide de l'électricité artificielle, et celles que des physiciens anglais ont essayées

Digitized by Google

sur la Tamise, en faisant traverser à ce fluide un grand espace d'eau, m'ont engagé à tenter des expériences analogues, non sur des lacs ni sur des rivières, mais sur la mer même, en comprenant ses eaux dans l'arc qui devait transporter le courant galvanique.

De savants physiciens, auxquels je communiquai mon projet, voulurent bien me faire part de leurs doutes à cet égard : savoir, que la vaste étendue de la mer pourrait peut-être anéantir le pouvoir conducteur, détourner sa force, ou empêcher son action.

Mon passage à Calais m'a fourni une occasion favorable de répondre par l'expérience à toutes ces objections.

M. Sept-Fontaines, très-distingué par ses connaissances en physique, voulut bien se joindre à moi et me prêter beaucoup de moyens pour exécuter mon projet. M. Chely, officier

Digitized by Google

de santé, prépara tous les instruments relatifs aux expériences; et M. Debaudre, ingénieur du port, disposa la manœuvre nécessaire, afin d'arranger de la manière la plus convenable les arcs galvaniques.

Pour combiner les circonstances les plus avantageuses au succès de l'entreprise, il fallait avoir la mer tranquille : tout favorisa l'expérience. Le 27 février le ciel fut aussi pur qu'on pouvait le desirer ; les eaux étaient calmes, et présentaient un passage facile aux bateaux qui traversaient d'un côté à l'autre pour la correspondance des opérations. Un vent léger souffla du sud-ouest; la mer était pleine, sa température à 8,6 degrés du thermomètre centigrade ; l'atmosphère à 9,7 degrés ; le baromètre à 771,5 millimètres.

Disposition des appareils galvaniques.

Le Fort-Rouge et la jetée d'Ouest m'ont présenté deux points fixes très-propres à faire passer le courant galvanique à travers un grand et profond intervalle de mer. Une colonne galvanique de 80 plaques d'argent et de zinc fut placée au mousoir de la jetée d'Ouest sur un tabouret isolé, et les animaux qui devaient ressentir la commotion étaient situés au Fort-Rouge; la chaîne galvanique était composée du trajet de mer qui sépare le Fort-Rouge de la jetée d'Ouest, et de trois fils d'archal disposés de la manière suivante.

Le premier fil partait de la base de la pile, et, porté par un isoloir, tombait verticalement dans la mer, à trois brasses environ de profondeur.

Le second fil, également isolé, par-

tait du sommet de la pile, et se prolongeait horizontalement à deux ou trois mètres de hauteur au-dessus du niveau de la mer, jusqu'à la plate-forme du Fort-Rouge.

Un troisième fil, toujours isolé, et placé à un angle de la plate-forme, descendait perpendiculairement dans la mer de la même manière que le premier.

I.ère EXP.

Les choses ainsi disposées, si une personne, de la plate-forme, touchait l'extrémité du second et du troisième fil, et complétait ainsi le cercle galvanique, elle ressentait alors une commotion; si, au lieu des personnes achevant la chaîne galvanique, l'on substituait des animaux récemment tués, ils étaient de même vivement affectés. Nous en avons conclu aussitôt que la portion de l'eau de la mer

qui se trouvait entre la pile et l'animal frappé de l'action, faisait incontestablement partie du cercle galvanique : tel a été le corollaire naturel que nous avons cru pouvoir tirer de cette expérience. L'intervalle d'eau était d'environ cinquante mètres.

Nous avouerons avec ingénuité qu'en répétant les expériences nous avons vu qu'il n'était pas essentiel, pour avoir la commotion, de tenir dans les mains les deux conducteurs, mais qu'il suffisait de toucher le seul fil d'archal qui répondait au sommet de la pile. Cette anomalie apparente troubla d'abord le résultat de mes recherches; aussi soupçonna-t-on que les commotions reçues auparavant avaient été transmises indépendamment de la communication de la mer : il fallut donc alors éloigner ces doutes par des expériences nouvelles.

II. EXP.

J'ai essayé séparément dans la plate-forme l'action des deux fils conducteurs, et j'ai aperçu qu'en touchant celui qui tombait à la mer, on n'avait jamais la commotion : alors j'ai pris dans l'autre main celui qui répondait au sommet de la pile, et, ayant ainsi équilibré son action, j'ai ressenti la secousse: preuve que l'influence galvanique prenait son courant de la base de la pile pour traverser l'eau de la mer.

III. EXP.

M. Sept-Fontaines proposa d'abaisser jusqu'au niveau de la mer le fil d'archal qui, partant du sommet de la pile, venait au Fort-Rouge. L'action du galvanisme s'arrêta à l'instant, et parut de nouveau en rétablissant le

conducteur dans sa première position. Ainsi, malgré l'énorme masse d'eau qui séparait les deux conducteurs métalliques, malgré l'agitation produite par la marée, le galvanisme ne trouva point d'obstacles à s'y propager, et à poursuivre sa direction.

Il est évident, d'après tous ces faits, que, quoique les expériences décrites plus haut soient analogues à celles faites autrefois avec la bouteille de Leyde sur les lacs et les rivières, elles sont néanmoins nouvelles dans leur genre, et qu'ainsi elles pourront contribuer à mieux établir la correspondance qui existe entre les propriétés de l'électricité générale et celles du galvanisme; j'ose même espérer que ces expériences, poursuivies et variées avec soin, pourront amener à des connaissances très-intéressantes en physique.

IV. EXP.

Après les observations faites au Fort-Rouge, M. Sept-Fontaines et moi allâmes à la jetée d'Ouest pour essayer la force de la pile indépendamment de la mer : nous éprouvâmes une action plus vive, d'où nous jugeâmes que quoique le galvanisme traversât la mer, son action s'était néanmoins affaiblie. Il est à présumer qu'en propageant dans la mer l'influence galvanique à des distances graduellement augmentées, on trouvera un point qui répondra au *minimum* de l'action, où elle ne sera plus sensible : cette distance est encore à déterminer par de nouvelles observations. Il reste de même à constater avec précision la différence de la propagation du galvanisme et de l'électricité dans l'eau salée et dans l'eau douce *.

* A l'époque de la découverte de l'expérience de Leyde, MM. de Luc frères imaginèrent de faire une

V. EXP.

J'ai reconnu que les bords de la mer, encore humides du baissement de la marée, transportent aisément l'influence galvanique à de très-grandes

belle expérience à Genève, leur patrie, en formant la plus grande partie du circuit galvanique avec les conduits souterrains d'eaux qu'une machine hydraulique fait monter du Rhône jusqu'à la partie la plus élevée de la ville, à la hauteur de 140 pieds; là elles atteignent un réservoir qui fournit l'eau aux fontaines publiques; un fil d'archal isolé se terminait à l'une des surfaces de la bouteille de Leyde, tandis que l'autre surface était mise en communication avec le fleuve; c'était auprès de l'une des fontaines que se trouvait l'interruption du circuit, et là on éprouvait la commotion en tenant d'une main l'extrémité du fil d'archal, et en plongeant l'autre dans l'eau du bassin. Une expérience analogue fut faite ensuite à Londres : la partie métallique du circuit fut établie sur toute la longueur du pont de Westminster, et la Tamise dans sa largeur formait la partie aqueuse de ce circuit. Ces expériences ont été répétées aussi à Paris.

distances. J'ai répété plusieurs fois mes tentatives à cet égard, conjointement avec M. Bastide, médecin à Calais; il me confessa avoir éprouvé de si fortes secousses, qu'il s'en ressentait encore le jour suivant.

VI. EXP.

J'ai rendu plus sensible l'action du galvanisme dans l'expérience précédente par le procédé suivant. Un fil métallique isolé communique d'une part au sommet d'une pile, dont la base est plongée dans l'eau, tandis que l'autre extrémité, à la distance de cent pieds et même davantage, aboutit dans un vase de verre plein d'eau de la mer qu'une personne tient à la main. Dans cet état, si un ou plusieurs individus ayant leurs chaussures légèrement humectées de l'eau du rivage, viennent à toucher d'une main l'eau contenue dans

le vase de verre, ils ressentent une forte secousse.

Je me propose de mieux développer ailleurs les circonstances et les modifications de cette expérience ; je me réserve aussi alors d'exposer les résultats de l'action de l'atmosphère galvanique, en ne plongeant que la base de la pile dans la mer, et en communiquant son action à des animaux placés à des distances variées. J'ai répété dernièrement une expérience comparative à cet égard à la Société galvanique, si zélée pour les progrès de cette branche des connaissances humaines.

Je passe maintenant à quelques expériences comparatives faites dans l'eau pure. De retour de Calais, j'en tentai quelques-unes sur la Seine, et je vis que ses eaux transmettaient l'action galvanique d'une manière un peu différente de celle des eaux de la mer;

Je m'étais proposé de déterminer avec précision ces modifications, lorsque étant allé à Alfort, je trouvai l'occasion favorable de répéter mes expériences dans la Marne, entre le moulin de Charenton et le pont au-dessus de la jonction de la Seine. Les eaux de la rivière étaient tranquilles, et permettaient de se livrer à toutes les expériences; les instruments nécessaires étaient soigneusement disposés; un batelet préparé favorisait toutes les manœuvres convenables. C'est dans ces circonstances que le 2 de mai, en présence de M. Chabert, directeur de l'Ecole vétérinaire d'Alfort, et de MM. Godin frères, et d'autres professeurs et élèves du même établissement, j'entrepris les expériences suivantes.

VII. EXP.

Je plaçai sur un tabouret isolé à l'un des bords de la rivière une pile com-

posée de cent disques de zinc et de cuivre. Un conducteur partait de la base de la pile, et plongeait dans la rivière, tandis qu'un fil d'archal long d'environ cent mètres, s'élevait du sommet de la même pile, et était soutenu isolé dans son trajet. Alors un individu, sur un tabouret isolé, saisissait d'une main l'extrémité de ce dernier conducteur, tandis que de l'autre il formait le cercle galvanique en tenant une baguette métallique qu'il plongeait dans la rivière : et au moment même où le circuit galvanique était ainsi achevé, l'individu éprouvait une secousse très-marquée.

VIII. EXP.

J'ai répété l'expérience précédente en substituant au fil métallique un fil de chanvre humecté par une dissolution de muriate de soude, ou par

l'eau de la rivière : l'action du galvanisme a de même eu lieu dans ce cas ; mais la rapidité du courant galvanique semblait un peu diminuée. Si l'on ôtait de la rivière la communication du conducteur qui allait à la base, ou celle de l'autre qui se portait au sommet de la pile, les commotions galvaniques alors se refusaient constamment ; ce qui prouve que le courant galvanique était obligé de traverser les eaux de la rivière avec une très-grande rapidité.

IX. EXP.

J'ai voulu tenter la contraction simultanée de la tête et du tronc d'un chien braque de la petite race, récemment tué, quoique ses parties fussent séparées entre elles d'un arc de près de 200 mètres. A cet effet un conducteur isolé partait du sommet de la

pile, soutenu le long de la rivière par des supports de verre, et allait se terminer aux extrémités de l'animal; de sorte qu'en baissant le fil, la moelle épinière découverte entrait en contact avec l'eau de la rivière. Un pareil conducteur de métal, partant de la base de la pile, était appliqué aux muscles cervicaux restés avec la tête du chien, dont la langue était prolongée au dehors. L'appareil ainsi disposé, d'un côté la langue et de l'autre la moelle épinière du tronc du chien furent approchées de l'eau de la rivière: malgré la longueur du cercle que devait parcourir le courant galvanique, je vis des contractions simultanées très-sensibles dans la tête et dans le tronc.

X. EXP.

Un fil de fer d'un centimètre et demi d'épaisseur, long de cent mètres,

soutenu de distance en distance au moyen d'isoloirs, à un mètre au-dessus du niveau de la rivière, soutenait à une de ses extrémités une clef ordinaire de fer, et de l'autre une grenouille préparée, dont les nerfs sciatiques étaient enveloppés d'une armature ou plaque d'étain. Dans l'instant que la grenouille touchait la surface de l'eau par l'armature des nerfs, une partie de la clef étant de même immergée dans la Marne, on apercevait une contraction bien sensible dans les muscles de la grenouille. Si l'extrémité de la corde ne plongeait pas dans l'eau, et qu'on mît en contact avec la rivière l'armature de la grenouille préparée, il n'était plus possible d'obtenir des contractions; car alors la partie de la rivière embrassée par l'étendue du fil ne formait plus une chaîne continue, ou un cercle qui permettait au

courant galvanique de suivre sa marche ordinaire.

XI. EXP.

Pour éloigner encore davantage dans l'expérience précédente le soupçon des stimulus mécaniques, j'ai combiné différentes grenouilles, en sorte que la moelle de la première était unie par le moyen d'un simple fil aux muscles de la seconde ; et la moelle épinière de celle-ci aux muscles de la troisième, et ainsi de suite. Il y avait dans cette expérience seulement deux armatures, c'est-à-dire, l'étain appliqué à la moelle épiniere de la dernière grenouille, et le bout du fil métallique qui, étant appliqué aux muscles de la première, soutenait verticalement toutes les autres. La communication ainsi établie avec les deux armatures

et les eaux de la rivière, toutes les grenouilles se contractèrent, quoique l'impulsion mécanique n'eût lieu que sur la première.

XII. EXP.

J'ai enfin tâché de faire communiquer les nerfs et les muscles d'une grenouille par le moyen d'un fil de chanvre d'environ trente mètres de longueur, humecté d'une forte dissolution de muriate d'ammoniac : il n'y avait point de métal ni dans les nerfs ni dans les muscles ni dans l'arc. Les contractions néanmoins se sont manifestées en approchant simplement le fil des nerfs et des muscles de la grenouille. Par ce moyen j'ai forcé un fluide qui tient à l'économie animale à parcourir une distance donnée, et j'ai pu apprécier la rapidité de sa marche par une méthode diffé-

rente de celle employée jusquà présent par les physiologistes.

De toutes ces expériences il résulte que le galvanisme parcourt, comme l'électricité, avec une rapidité étonnante de très-longs arcs conducteurs composés soit des eaux de rivière, soit de celles de la mer, ou d'autres substances analogues. Une telle rapidité doit cependant varier selon la différente force des appareils employés, et selon la facilité dont sont doués les corps qui doivent transporter le courant galvanique. Ces variétés sont très-difficiles à être évaluées par les expériences.

Les tentatives du professeur Vassalli, publiées dernièrement à Turin, viennent à l'appui de mes observations. Il a pris des cordons d'or de deux millimètres (une ligne) d'épaisseur, et de la longueur de quinze mètres (46 pieds de Paris), et il a mesuré, par la sensation de l'éclair, le temps

employé à les parcourir par le fluide galvanique, au moyen d'une montre à secondes fixes. Plusieurs essais répétés lui persuadèrent, ainsi qu'à ceux qui l'assistèrent dans ses expériences, que le fluide d'une pile composée de 35 couples de disques de zinc et de cuivre, entremêlés de 25 disques de drap trempés dans une solution de muriate d'ammoniaque (dont il se sert ordinairement dans les expériences galvaniques), avait la vitesse de 15 mètres par seconde.

Il a répété l'expérience dans son cabinet de physique, avec un cordon d'or un peu plus gros, long de 64 mètres, isolé par des tubes de verre, en se servant d'une pile de 50 couples de disques des mêmes métaux. Il a trouvé que le temps employé par le fluide galvanique à parcourir la longueur de 64 mètres, n'était aucunement mesurable par le moyen d'une pendule qui

faisait deux vibrations par seconde *.

Vassalli a fait passer à travers de l'eau un courant galvanique d'une pile de 50 couples; il fit une traînée sur une table de son cabinet, longue de 12 mètres, en communication avec le pôle positif, et il n'en éprouva point, ou seulement de faibles secousses, à l'instant même qu'avec un cordon d'or on touchait l'extrémité négative de la pile. Cette traînée aqueuse, mêlée à une solution de muriate d'ammoniaque, faisait éprouver une secousse plus vive dans l'instant du contact.

Ce phénomène est en correspondance avec mes observations faites à la mer, dont les eaux augmentaient de beaucoup les effets de l'influence galvanique.

* *Bibliothèque italienne*, par MM. Giulio, Giobert, Vassalli-Eandi, et Rossi, vol. I, n.° 2, Turin, an XI.

L'on pourrait peut-être expliquer cette augmentation d'énergie, en supposant que le pôle négatif de la pile attire une plus forte quantité de galvanisme de la vaste étendue d'eau avec laquelle il communique. De cette manière l'on apercevrait la raison de l'affaiblissement de l'influence galvanique, lorsque la communication avec la mer n'existe plus. Ainsi, comme dans une bouteille de Leyde, la quantité du fluide dont elle est chargée est en rapport avec l'étendue de l'armature extérieure ; de même l'analogie promet de semblables résultats dans les appareils galvaniques. Je pense qu'il serait utile d'examiner les variations qu'il pourrait y avoir dans une bouteille de Leyde, ou dans un appareil électrique quelconque, au cas où leur sytême négatif serait mis en communication avec les eaux de la mer.

Je me propose de mieux développer

les circonstances et les modifications des tentatives faites sur cet objet, aussitôt que je serai à même d'exécuter d'autres expériences comparatives : je me réserve aussi alors d'exposer les résultats de l'action de l'atmosphère du galvanisme, en plongeant seulement la base de la pile dans la mer, et communiquant son action à des animaux placés à différentes distances. J'ai montré dernièrement un essai de ce genre à la Société galvanique *. Il reste à présent à consulter la nature, en étendant ces recherches à la mer et aux rivières, à de plus grandes distances, afin de pouvoir mieux établir les petites différences dépendantes de la diversité des milieux, traversés par l'influence galvanique.

* Pour mieux connaître les expériences exposées dans ce Mémoire, voyez la planche VIII.

MÉMOIRE II.

Conjectures concernant l'action du galvanisme sur les sécrétions animales.

La théorie des sécrétions animales, qui avait donné naissance à un grand nombre de questions physiologiques, semble avoir trouvé dans les expériences faites récemment avec les appareils galvaniques, des lumières que jusqu'à ce moment l'on avait en vain réclamées de l'anatomie, de la chimie et de la médecine.

L'on savait depuis long-temps que la commotion électrique accélérait la circulation du sang, et agissait d'une manière spéciale sur le système musculaire; mais l'on en ignorait les phénomènes que l'électricité nous a présentés depuis dans les organes sécréteurs,

Digitized by Google

ainsi que dans les humeurs animales.

La pile galvanique nous offre une action très-puissante, principalement sur le système animal, et des effets que l'on aurait de la peine à obtenir de la machine électrique ordinaire.

Quelques physiciens trouveront surprenant, et peut-être même un peu bizarre, de supposer que les diverses liqueurs animales soient séparées du système glanduleux par une propriété galvanique, existante soit dans les glandes elles-mêmes, soit dans le sang qui les traverse, ou mieux encore dans les ramifications nerveuses dont elles sont garnies. Mais si l'on examine avec impartialité les expériences faites sur la machine animale au moyen de différents appareils galvaniques; si l'on considère les conjectures très-ingénieuses proposées à ce sujet par mon zélé collaborateur le docteur Benoît Mojon, dans un Mémoire qu'il a lu à la Société gal-

vanique de Paris, l'on verra que cette nouvelle hypothèse mérite peut-être quelque supériorité sur celles qu'ont proposées Van-Helmont, Willis, Descartes, et nombre d'autres physiologistes.

M. Larcher Daubancourt ayant soumis plusieurs liquides animaux à l'action de la couronne à tasses, a observé qu'ils éprouvaient différentes altérations. L'urine, par exemple, laissait précipiter de l'urée et de la matière calcaire; la bile et le lait, de l'albumine, etc. J'ai aussi démontré à plusieurs Sociétés savantes de Paris et de Londres que la pile métallique a la propriété de faire précipiter différents principes salins ou terreux de l'urine, et que la bile est aussi altérée par cet agent.

M. Larcher a observé de plus que les liquides qu'il avait soumis à l'action galvanique, ne s'étaient pas

putréfiés. Ce phénomène lui a fait soupçonner qu'on pourrait attribuer au galvanisme une propriété antiputride; mais, comme ce simple doute a été converti plusieurs fois en axiôme physico-médical, applicable aux maladies putrides; et comme c'est, à mon avis, s'exposer à de grands dangers que de vouloir appliquer aux vivants une théorie très-incertaine encore dans le corps mort, je crois qu'il ne sera pas hors de propos d'insérer dans ce Mémoire une expérience faite à Paris par le docteur B. Mojon, ayant pour but de décider cette question.

Il a formé une pile de 100 disques de zinc et de cuivre, en y mettant pour corps humide la partie charnue des muscles du bas-ventre d'un individu mort depuis 28 heures. Il a mis ensuite en communication les deux extrémités de cette pile avec un fil de laiton, pour former un courant continuel de gal-

Digitized by Google

vanisme, à une température de 28 degrés au-dessus de zéro du thermomètre de Réaumur. Au bout de deux jours la chair interposée entre les disques métalliques de la pile n'avait subi aucune altération; tandis qu'un morceau de muscle du même cadavre, qu'il n'avait pas soumis à l'action de la pile, était déja devenu livide, et dégageait une forte odeur ammoniacale. Mais, ce qu'il y a encore de remarquable, c'est que la chair qui faisait partie de la pile, et qui n'avait pas encore été altérée, commença à éprouver la fermentation putride dès qu'elle fut soustraite de l'action galvanique.

Il paraîtrait d'abord que l'on pourrait conclure de cette expérience que le galvanisme empêche la putréfaction des substances animales, en leur donnant en même temps une disposition à se putréfier beaucoup plus promp-

Digitized by Google

tement lorsqu'elles ne sont plus exposées à son action. Cependant, si nous faisons attention à toutes les circonstances qui ont eu lieu dans cette expérience, nous verrons, comme le dit très-bien le docteur B. Mojon, que ce n'est pas au fluide de la pile que l'on doit attribuer une propriété anti-putride, mais plutôt à la grande affinité que les plaques métalliques, composant la pile, ont pour l'oxigène qui, étant absorbé par les métaux, ne peut se porter sur les substances animales pour y former du gazacide-carbonique, de l'acide nitreux, de l'eau, et d'autres combinaisons qui ont toujours lieu dans la décomposition putride. J'espère qu'on me passera cette petite digression, que je n'ai faite que pour montrer combien il est utile d'associer quelquefois des explications chimiques aux expériences physiques, afin

Digitized by Google

de ne pas attribuer avec trop de facilité à certains corps des propriétés qu'ils ne possèdent pas.

Si l'on fait passer la commotion de la pile à travers les glandes parotides, il en résulte une abondante sécrétion salivaire, comme viennent de l'observer à Gènes les professeurs Brugnatelli et J. Mojon, sur la tête de deux bœufs. Ces physiciens voulurent s'assurer que la salive obtenue ne dépendait pas de la compression qu'exerçaient les muscles des joues sur les parotides, mais bien qu'elle était l'effet d'une action particulière du galvanisme sur ces glandes mêmes; ils ont ôté les muscles massétères, et les buccinateurs, et ils ont appliqué les arcs conducteurs aux parotides mêmes, et à leurs conduits excréteurs. Peu de temps après cette application, l'excrétion de la salive s'est manifestée en abondance. J'ai

aussi remarqué plusieurs fois un phénomène pareil dans mes expériences sur les décapités. On peut, de la même manière que l'on obtient la salive, se procurer de la bile, de l'urine, et d'autres fluides, en soumettant à l'action de la colonne métallique les viscères destinés à les sécréter.

J'ajouterai ici un phénomène très-curieux concernant les sécrétions. Si l'on met les deux pôles de la colonne de Volta en contact avec les viscères d'une grenouille, on voit blanchir leur surface à l'endroit où touche le pôle de cuivre ; il y a apparence de production d'un mucus blanchâtre. Quelques personnes ont pensé qu'il pouvait être produit par une espèce d'expression du tissu contractile des organes, ou par un mouvement intérieur, causé par l'agent galvanique ; d'autres avec moi ont soupçonné qu'il pouvait y

avoir un changement chimique dans le fluide qui lubrifie les surfaces séreuses et muqueuses. *

Toutes ces observations montrent évidemment que le galvanisme exerce une action particulière sur les liquides animaux, et sur le systême glanduleux; et cette action offre un champ vaste de recherches utiles au philosophe observateur des fonctions animales. Je ne prétends pas affirmer que les sécrétions se font purement par une action galvanique ; je me garderai aussi d'adopter l'opinion des physiciens qui ont considéré le corps humain comme une bouteille de Leyde : mais on me permettra de supposer qu'il existe en nous un fluide qui se transmet prin-

* Voyez le *Journal du galvanisme*, rédigé par M. Nauche, n.° 111.

Experiments on galvanism, by professor Aldini, described in the philosophical Magasin of Alexander Tilloch, January, 1803.

Digitized by Google

cipalement des nerfs aux muscles; de regarder, d'après cette supposition, tous les êtres vivants comme autant de piles animales, et de croire que ce fluide a sur tous nos liquides et sur les organes sécréteurs une action dont les effets nous sont encore inconnus. On pourrait aller plus loin, et considérer toutes nos glandes comme autant de réservoirs du galvanisme, qui, accumulé dans une partie plus que dans l'autre, rendu plus ou moins libre, et modifié en différentes manières, donne au sang qui parcourt la totalité du système glanduleux, le moyen de subir tous les changements qu'il éprouve par différentes sécrétions.

Les divers corps glanduleux du système animal sont destinés à séparer des liqueurs particulières qui semblent s'éloigner plus ou moins de la nature du sang d'où elles proviennent, suivant que ces glandes sont pourvues

d'un plus ou moins grand nombre de ramifications nerveuses. Nous voyons en effet que l'humeur de la transpiration, qui diffère très-peu du *serum* du sang, est séparée ou par les extrémités capillaires des artères, ou par de très-petits points glanduleux et cutanés, qui ne sont pourvus que d'une très-légère ramification nerveuse, tandis que les viscères où ces ramifications nerveuses sont en plus grand nombre, séparent des humeurs d'une nature très-éloignée de celle du sang. Nous en avons un exemple dans les testicules, que les anatomistes regardent avec raison comme l'appareil sécréteur le plus abondamment pourvu de nerfs : l'humeur qu'ils séparent, diffère extrêmement du sang et des autres liquides animaux, tant par sa quantité que par ses propriétés.

Les glandes les plus simples, celles de la transpiration, et les plus compli-

quées, celles de la génération, forment les deux extrêmes d'une échelle sur laquelle on pourrait graduer tout le système glanduleux : il serait très-important d'examiner dans chaque échelon la quantité des ramifications nerveuses qui lui appartient, ainsi que la qualité et les propriétés des sécrétions qui forment le corps glanduleux qui la produisent. Mais si nous regardons tous les nerfs comme autant d'agents du galvanisme, il est certain que les glandes, fournies d'un plus grand nombre de filaments nerveux, doivent être pourvues d'une grande dose de galvanisme, destinée à produire dans le sang qui traverse ces glandes diverses modifications, dont l'intensité doit être proportionnée à l'abondance de l'agent galvanique.

Pour mieux développer cette hypothèse, et pour lui donner plus de force, il faudrait faire des applications très-

Digitized by Google

variées et très-nombreuses de la pile, ou de tout autre appareil galvanique, aux glandes, et aux humeurs qu'elles fournissent, et en examiner attentivement les résultats. Mes travaux actuels sur un genre d'expériences qui intéressent de plus près le développement de nos connaissances sur la nature du galvanisme, ne me permettent pas pour le présent de m'occuper de ces recherches: je me bornerai donc ici à ramener l'attention des physiciens sur un point si important de la physique animale.

Digitized by Google

MÉMOIRE III.

Sûr des expériences galvaniques faites sur un supplicié pendu à Londres, le 17 janvier 1803.

Le spectacle de la mort a toujours porté l'effroi dans le cœur de l'homme sensible; le philosophe néanmoins est obligé d'étouffer ce sentiment pénible dans le desir d'être utile à ses semblables. L'horreur redouble encore à l'aspect du cadavre d'un coupable que le glaive de la loi vient d'immoler; mais, malgré la pitié qu'inspire à l'observateur ce lugubre tableau, l'espoir de reculer les bornes des connaissances humaines ranime son courage, et fait taire la voix de la nature. En effet c'est dans cette défection de toute action vitale que le médecin peut évaluer avec le plus d'avantage les

moyens de suscitation propres à renouveler le jeu des forces, qui, loin d'être éteintes, ne seraient que suspendues ; c'est également alors qu'il peut descendre jusqu'aux plus secrètes opérations de l'organisation, et qu'ayant considéré l'appareil destiné aux fonctions les plus importantes, il en conçoit et développe tout le mécanisme. Pénétré de l'importance de pareilles recherches, comme j'avais essayé en Italie l'influence du galvanisme sur plusieurs décapités, j'ai cru qu'il était utile de l'éprouver aussi sur des pendus.

J'ai saisi avec d'autant plus d'empressement l'occasion que m'a présentée le Collège royal des chirurgiens de Londres pour faire ces épreuves, qu'aucune n'avait encore été tentée jusqu'à ce jour.

Considérant le pendu qui a été soumis à mes essais comme étant

asphyxié, je me crus obligé de lui administrer le traitement le plus convenable à son état : aussi ai-je passé une heure et demie sans faire aucune incision sur son cadavre.

Les asphyxies étant très-fréquentes en Europe, soit parmi les hommes qui parcourent habituellement les rivières et les mers, soit parmi les ouvriers des mines, ou ceux qui se sont imprudemment exposés à l'action du gaz acide carbonique, ou de tout autre gaz délétère, j'ai pensé que la découverte d'un nouveau moyen propre à rappeler les asphyxiés à la vie, serait du plus grand avantage pour l'humanité. C'est donc vers ce but important que j'ai dirigé mes premières recherches.

Forster, pendu à Londres comme meurtrier, dans le courant de janvier dernier, a été le sujet de mes expériences. Il avait 26 ans; il était d'une

constitution robuste : son corps, après l'exécution, fut exposé pendant une heure sur la place de Newgate, le thermomètre de Réaumur étant au-dessous de zéro.

Cette circonstance, qui devait geler le cadavre, et qui était propre à faire perdre tout espoir de succès, m'aurait forcé de renoncer à toute expérience, si je ne m'étais rappelé d'avoir autrefois obtenu à Bologne des résultats satisfaisants sur des décapités exposés à une semblable température. Suivant les lois de l'Angleterre, le cadavre fut remis à M. Keate, président du collège des chirurgiens de Londres, qui, d'après l'avis de cette honorable compagnie, aussi recommandable par ses lumières que par son humanité, voulut bien se prêter à mes recherches.

Trois cuves galvaniques furent mises en communication : j'estime qu'elles correspondaient à la force d'une pile

de Volta de cent-vingt paires de disques de zinc et de cuivre. C'est à l'aide de cet appareil que j'ai entrepris les expériences dont je vais donner la description successive, et qui ont été faites en présence du président et des membres du Collège.

I.ère EXPÉRIENCE.

Ayant appliqué deux arcs conducteurs correspondants aux deux pôles de l'appareil galvanique, l'un à la bouche, et l'autre à une oreille, parties qu'on avait humectées auparavant avec une dissolution de muriate de soude, les joues et les muscles de la face se sont horriblement contractés, et l'œil gauche s'est ouvert. J'ai observé qu'en administrant l'action galvanique par degrés, ces phénomènes avaient des intensités relatives à la quantité de plaques employées dans l'expérience,

II. EXP.

Les arcs métalliques placés aux deux oreilles, un mouvement s'est manifesté sur la tête ; l'action convulsive s'est propagée dans tous les muscles du visage ; les paupières ont obéi à de fréquents clignottements, et les mouvements ont été encore plus manifestes en mettant une extrémité de l'arc en communication avec les narines, et l'autre avec une des oreilles.

III. EXP.

Les conducteurs appliqués à une des oreilles et au rectum, ont excité des contractions assez fortes ; l'action des muscles même éloignés des points de contact des arcs conducteurs, a été augmentée sensiblement, en sorte qu'il semblait y avoir une apparence de réanimation.

IV. EXP.

Cela fait, j'ai voulu essayer le pouvoir des stimulants chimiques, et, à cette fin, j'ai versé de l'alkali volatil dans les narines et dans la bouche; mais je n'ai pu, avec l'attention la plus scrupuleuse, découvrir la moindre contraction, tandis que le stimulus galvanique en a constamment déterminé de très-fortes. L'association de ces deux agents, l'ammoniaque et le galvanisme, fixa mes regards; leur administration simultanée augmenta les convulsions; celles-ci se propagèrent aux muscles du crâne, de la face et du cou jusqu'au deltoïde. Des tentatives réitérées de la même manière, toujours par la combinaison des deux stimulants, ont constamment donné lieu à des contractions qui surpassèrent mon attente.

V. EXP.

J'ai ensuite établi une communication entre une oreille et le biceps brachial mis à nu par la dissection; il s'est produit, au moment du contact, de violentes contractions dans tous les muscles du bras, et principalement dans le biceps et le coraco-brachial.

VI. EXP.

Ayant fait une incision au poignet sur de petits filaments dérivés des nerfs radiaux, et ayant mis l'arc en contact avec eux, il se manifesta immédiatement une très-forte action des muscles de l'avant-bras. Dans cette expérience, comme dans la précédente, la seule humidité animale a suffi pour conduire le principe galvanique sans l'intervention de l'eau salée.

VII. EXP.

Les courts fléchisseurs et adducteurs du pouce furent découverts et soumis à l'action de l'appareil galvanique : leur contraction alla jusqu'à fermer la main avec un serrement assez considérable.

VIII. EXP.

Les effets du galvanisme, dans cette expérience, ont été comparés avec ceux des stimulants mécaniques et chimiques; et, à cet égard, la pointe du scalpel fut appliquée aux fibres, et même introduite dans la substance du biceps brachial, sans qu'il en résultât le plus léger mouvement : il en fut de même en faisant usage de l'alkali volatil, et de l'acide sulfurique concentré; ce dernier a corrodé les muscles sans mettre en jeu leur contractilité.

IX. EXP.

Ayant ouvert la poitrine et le péricarde, le cœur restant dans sa situation naturelle, j'ai tâché vainement d'exciter la contraction de ses ventricules : l'arc fut d'abord appliqué à sa surface, ensuite dans sa substance fibreuse, sur les colonnes charnues, la cloison des ventricules, et enfin sur le trajet des nerfs et des artères coronaires, sans qu'on pût apercevoir aucune action, même après avoir mouillé ces parties avec de l'eau salée.

X. EXP.

Dans cette expérience l'arc transporté sur le sinus droit, y produisit des contractions considérables, principalement dans l'appendice auriculaire ; l'oreillette gauche se contracta plus faiblement.

XI. EXP.

Les conducteurs furent appliqués à la moelle de l'épine, et aux fibres charnues du biceps brachial, et ensuite au gastrocnemien : il n'y eut qu'une très-faible action dans les extrémités correspondantes.

XII. EXP.

Le nerf sciatique étant mis à découvert entre le grand trochanter et la tubérosité de l'ischium, et l'arc étant établi entre la moelle épinière, et ce nerf dépouillé de son enveloppe, nous n'avons pu observer, à notre grand étonnement, aucune contraction dans les muscles, même en faisant usage de l'eau salée; mais ensuite, ayant fait communiquer en différentes manières un des conducteurs avec la membrane qui couvre le nerf

sciatique, il s'est manifesté au moment une très-forte action.

Quoique cette expérience ait été répétée sur des chiens, elle mérite néanmoins d'être examinée avec de grands soins, pour mieux établir la différence dans le pouvoir conducteur des parties animales.

XIII. EXP.

Ayant fait communiquer les arcs avec le nerf sciatique et le muscle gastrocnemien, j'ai obtenu fort peu d'action; ensuite du nerf sciatique au nerf péronien les contractions des muscles correspondants parurent de même très-faibles. J'observe que cette expérience a été faite long-temps après la mort.

XIV. EXP.

Le nerf sciatique fut divisé vers le milieu de la cuisse; les arcs conducteurs

furent appliqués au biceps fémoral et au gastrocnemien : en cet état les deux muscles entrèrent à-la-fois dans une contraction bien sensible.

J'observe que les muscles ont continué à être excitables sept heures et demie après l'exécution ; quoique pendant cet intervalle les cuves galvaniques fussent fréquemment renouvelées, néanmoins à la fin des expériences leur force était beaucoup affaiblie. Je ne doute pas qu'à l'aide d'un appareil plus puissant, nous n'eussions observé les contractions musculaires plus long-temps. Au bout de quatre heures employées dans ces expériences, l'action d'une seule cuve ne se trouvait plus suffisante pour développer, ainsi qu'elle le faisait au commencement, la contractilité des muscles ; mais l'excitabilité graduellement diminuée dans ceux-ci, exigeait un accroissement proportionné de la

force stimulante des cuves galvaniques. Cette circonstance indique assez que l'on n'aurait pu exécuter la longue série d'expériences que j'ai annoncées avec la méthode des simples armatures galvaniques. Mon opinion est qu'en général les armatures inventées par Galvani sont purement passives, et qu'elles ne conduisent que le seul fluide préexistant dans le systême animal ; tandis qu'avec les batteries galvaniques de Volta les muscles sont mis en action par l'influence du fluide qui se développe dans l'appareil même. De toutes ces expériences on peut établir les corollaires suivans :

I. Le galvanisme, considéré en lui-même, a un pouvoir très-considérable sur les systêmes nerveux et musculaire, et il maîtrise toute l'économie animale.

II. Le pouvoir du galvanisme, regardé comme stimulant, est plus fort

que tout autre remède de même genre.

III. Le galvanisme étant administré, soit à l'aide des cuves galvaniques, soit avec l'appareil de la pile, les effets qu'il produit, diffèrent de ceux que donnent les simples armatures métalliques, employées par Galvani.

IV. Lorsque les surfaces des nerfs et des muscles sont fournies de grandes armatures métalliques, l'influence galvanique est transportée bien plus au loin, et agit avec tant de force, qu'elle produit des contractions dans presque tous les muscles du corps.

V. L'influence du galvanisme sur le cœur diffère de celle qu'il déploie sur les muscles dépendants de la volonté, puisque, quand le cœur a cessé de répondre à l'action galvanique, les muscles de la vie animale y restent encore soumis pendant un temps plus ou moins long. De même l'action du galvanisme sur les oreillettes com-

parée à celle qu'il produit sur les ventricules du cœur, montre également des différences remarquables dans sa durée.

VI. Le galvanisme offre des moyens très-puissants pour ranimer les forces de la vie dans les cas où celles-ci, en différentes circonstances, sont suspendues. Les remèdes adoptés communément contre l'asphyxie, augmentent en activité et en énergie lorsqu'ils sont combinés avec l'influence galvanique; cette association enrichit la matière médicale, et promet des succès plus complets et plus sûrs que si on les faisait agir séparément dans les asphyxies.

Tels sont en abrégé les principaux résultats de mes expériences. Pour terminer de la manière la plus avantageuse à l'art de guérir, je vais exposer les observations faites, d'après l'autopsie du cadavre, par M. Carpue, professeur d'anatomie, aidé de

M. Hutchins, étudiant en médecine. Le crâne ouvert on n'a trouvé aucun épanchement sanguin au cerveau ; mais les différents vaisseaux qui parcourent la surface de cet organe étaient prodigieusement dilatés par le sang qu'ils contenaient en surabondance. Les ventricules ne renfermaient aucun sang épanché ; les poumons, affaissés sur eux-mêmes, étaient entièrement privés d'air ; les intestins semblaient fortement injectés, et dans un état voisin de l'inflammation. La vessie était très-distendue, et pleine d'urine. En général l'inspection du cadavre annonçait que la mort avait été immédiatement produite par une véritable suffocation.

Il n'est peut-être pas indifférent d'observer que peu de temps après l'exécution du criminel, ses amis, voulant diminuer ses souffrances, employèrent les moyens usités pour accélérer

sa mort; c'est-à-dire qu'ils le tirèrent par les pieds : ce dont au reste nous n'avons d'assurance que par des rapports assez vagues.

Cet exposé, tel que nous venons de l'offrir, laisse voir sans peine que nos expériences faites sur ce pendu, avaient moins pour objet de ranimer le cadavre, que d'acquérir des connaissances sur une question de pratique de la dernière importance; savoir, si le galvanisme peut être employé comme auxiliaire, et ensuite jusqu'à quel point il peut réclamer la priorité sur les autres moyens destinés à rappeler à l'existence un homme frappé d'asphyxie.

Quand le jeu de nos organes a été détruit par la suspension des phénomènes respiratoires, le sang noir, après avoir demandé vainement aux poumons les altérations qu'il était accoutumé d'y subir, au lieu de maintenir dans nos diverses parties les condi-

tions de la vitalité, ne leur porte plus qu'une influence inutile ou délétère. Alors le mouvement s'arrête par degrés dans les différents appareils, et la mort s'empare successivement de toute la machine, enveloppée dans un engourdissement général; le cerveau n'est plus le siège ni de la perception ni de la volonté. C'est alors que sont impérieusement exigés les stimulants les plus prompts et les plus énergiques. C'est vers la respiration, source primitive des fonctions vitales, que le médecin doit sur-tout diriger ses efforts; il ne peut la réveiller qu'en excitant la contraction des muscles respirateurs: c'est spécialement dans cette vue que les stimulants de tout genre doivent être imaginés; c'est ici enfin que le galvanisme offrira les secours les plus efficaces, et viendra mieux remplacer en quelque sorte l'influence du cerveau, rendu lui-même

incapable de commander les contractions musculaires.

Je suis loin de combattre ici l'emploi des remèdes déja connus et auxquels jusqu'alors on a eu recours avec avantage ; j'ai voulu seulement recommander le galvanisme comme le moyen le plus puissant pour seconder et augmenter l'efficacité de tous les autres stimulants.

L'alkali volatil, comme je l'ai démontré plus haut, ne produit aucun effet toutes les fois qu'il est appliqué séparément sur une partie quelconque ; mais lorsqu'on en fait usage conjointement avec le galvanisme, le pouvoir de ce dernier sur le système nerveux et musculaire devient beaucoup plus fort. Il est possible que l'alkali volatil, d'après son pouvoir conducteur, transporte avec plus de facilité le galvanisme au cerveau, et qu'ainsi

son action soit plus puissante dans le cas où les forces de la vitalité sont suspendues. Avec tous ces moyens il sera bon de faire concourir la méthode de porter l'air atmosphérique dans les bronches par un procédé quelconque; mais encore ici est-il bon d'observer que, pour mieux disposer les poumons à recevoir ce fluide, il serait très-convenable d'exciter l'action musculaire par le ministère de l'agent galvanique, et d'aider ainsi tout le système de l'économie animale à reprendre les fonctions de la vie.

Sous ce point de vue, les expériences que je viens de décrire contribueraient beaucoup à l'avancement de la science et à l'utilité publique.

Je ne saurais terminer ce précis sans témoigner ma reconnaissance aux membres du Collège des chirurgiens, pour l'intérêt qu'ils ont pris à mes

recherches. M. Keate, président du Collége, proposa de faire des expériences comparatives sur des animaux, afin de mieux développer les phénomènes de la vitalité : M. Blicke observa que dans de pareilles occasions il serait utile de plonger le corps dans un bain d'eau salée, afin que l'action galvanique pût mieux se communiquer à toute la surface du corps ; le docteur Pearson parla de substituer le gaz oxigène à l'air atmosphérique, pour être injecté dans les poumons : toutes ces différentes modifications dans la pratique auront leur utilité à mesure qu'on répétera les expériences. Maintenant qu'il me soit permis d'inviter les physiologistes à profiter de la sagesse des gouvernements, qui destinent à des recherches de la plus grande importance pour le bien public la dépouille des scélérats, violateurs des liens les plus sacrés de la nature ; la loi, en

frappant ainsi les coupables, rend à la société, outragée par leurs crimes, tous les services qu'il est permis d'attendre des travaux et des méditations des savants.

MÉMOIRE IV.

Sur les organes des poissons électriques.

La théorie du galvanisme et de l'électricité animale conduit naturellement à examiner, sous un nouveau jour, les organes des poissons électriques. Galvani lui-même fut pénétré de l'utilité de cette recherche. Quoique affaibli par l'âge et par une maladie qui lui devint fatale, il se transporta vers les bords de la mer Adriatique, où il fit sur la torpille plusieurs observations, dont quelques-unes furent adressées publiquement en 1797 au célèbre naturaliste Spallanzani; d'autres sont consignées seulement dans ses manuscrits, que son neveu Camille Galvani a bien voulu me communiquer avant mon départ d'Italie.

Digitized by Google

Redi et Lorenzini avaient fait connaître les organes de la torpille ; et déja les travaux de Cavendish, Walsh, Monro, démontraient l'action d'une véritable électricité animale. Outre la description de la torpille, Hunter avait donné celle d'un appareil électrique semblable dans le gymnote engourdissant. Mais tous ces grands observateurs, bornés aux pénibles détails de l'anatomie, s'étaient contentés de nous développer isolément la structure de ces organes, sans y établir de rapprochements, et sans en déduire aucune conséquence.

M. Geoffroy, professeur au Muséum national d'histoire naturelle, n'a pas seulement enrichi la science de la description d'un nouveau poisson électrique qu'il a apporté de son voyage en Egypte ; mais de plus il a comparé entre eux tous les organes électriques connus, et il les a rapportés à une

construction uniforme. Je profiterai des lumières fournies par ces hommes illustres, pour rédiger un Mémoire qui présentera les organes électriques considérés pour la première fois dans leur rapport avec le galvanisme, et servira à développer la théorie de la pile animale que j'ai proposée dans mon ouvrage. Pour mettre plus de précision et de clarté, j'adopterai la division suivante.

SECTION I.[ère]

Des organes électriques de la torpille.

On connaît depuis long-temps la propriété singulière qu'a la torpille de se rendre redoutable en frappant d'un engourdissement subit tous les êtres animés qui l'approchent. Galvani, près de la mer Adriatique, y examina la forte électricité de plusieurs torpilles, excitées par le moyen de deux corps d'une organisation particulière, appelés organes électriques. Ils sont

formés d'une quantité de prismes hé-xagones, composés par un nombre infini de plans de la même figure : ils sont combinés les uns avec les autres dans un ordre si admirable et par une réunion si parfaite, qu'on les croirait formés de plusieurs petits carreaux magiques, tous de la même figure et de la même grandeur, exactement superposés avec leurs angles et leurs côtés correspondants. Telle était la manière dont Galvani envisageait les organes électriques, (pl. 8, fig. 1.) conduit par l'analogie de son hypothèse de l'artifice d'une bouteille de Leyde, qu'il croyait exister dans le système nerveux et musculaire.

Geoffroy a fait voir que les organes électriques de la torpille consistent dans un grand nombre de tubes aponévrotiques, rangés parallèlement autour des branchies. Ces tubes, ou hé-xagones, ou pentagones, sont remplis

d'une substance que l'analyse chimique lui a fait reconnaître pour de l'albumine combinée avec de la gélatine.

Les observations du professeur Geoffroy portent à croire qu'il n'y a aucune autre différence entre les raies ordinaires et la raie torpille, sinon que dans celle-ci les tubes sont très-courts, verticaux, rapprochés et parallèles; tandis que dans les autres raies ils sont beaucoup plus longs, se courbent autour des principaux muscles des machines, et se séparent en plusieurs paquets formés de rayons divergents. L'on voit par-là que ces organes ne varient dans chaque espèce que par un arrangement différent des parties, et qu'il faudrait supposer que toutes les raies ont plus ou moins les propriétés électriques de la torpille. Après avoir observé que ce poisson a la faculté d'absorber au plus haut degré le gaz oxigène de l'air atmosphérique, je me

propose de rechercher quelle sera l'action de la raie ordinaire exposée à l'influence de l'air atmosphérique.

Dans les raies ordinaires les tubes s'ouvrent au-dehors de la peau par des orifices qui leur sont propres ; et qui sont autant d'organes excrétoires de la matière gélatineuse renfermée dans leur intérieur ; dans les torpilles, au contraire, tous les tubes sont complétement fermés, non-seulement par la peau qui n'est perforée en aucun endroit, mais de plus par des aponévroses qui s'étendent sur toute la surface de l'organe électrique. L'on voit que la matière gélatineuse ne pouvant alors se répandre au-dehors est obligée de s'accumuler dans ces tubes, et d'augmenter leur diamètre par cet effort : d'où provient sans doute l'action continue qui produit l'électricité foudroyante de la torpille.

L'on pourra, par la voie de l'expé-

rience proposée ci-dessus, déterminer avec précision la différence du fluide électrique excité par la diversité des organes de la torpille et de la raie ordinaire, l'on pourra de même ajouter l'exactitude aux résultats, en faisant usage des condensateurs et des électromètres les plus sensibles.

Galvani avait observé que les prismes polygones des organes de la torpille recevaient beaucoup plus de nerfs que ne semblait l'exiger leur structure : tous les naturalistes ont reconnu dans ces organes un appareil aussi considérable que celui de l'ouïe ou de la vue. Les nerfs qui s'y rendent sont si gros que leur volume a paru à Hunter aussi extraordinaire que les phénomènes auxquels ils donnent lieu. Ils s'épanouissent de même tout-à-coup dans un mucus gélatineux; rien n'entrave leur libre communication avec les corps extérieurs, et ils jouent un très-

grand rôle dans les phénomènes électriques : Hunter les croyait destinés à *former, rassembler et diriger le fluide nerveux.* L'influence des nerfs est assez constatée par les observations de Walsh, Cavallo et Geoffroy, qui démontrent que le concours de la volonté de l'animal est indispensable pour donner la commotion. Ces considérations ont donné lieu à Galvani d'examiner sous de nouveaux rapports l'influence du cerveau de la torpille sur l'action de ces organes électriques : ses recherches seront développées et détaillées dans l'article suivant.

SECTION II.

De l'influence du cerveau de la torpille sur l'action de ses organes électriques.

La disposition singulière des organes de la torpille les fit considérer à Galvani comme les conducteurs et les

condensateurs d'un fluide élaboré dans d'autres lieux ; plusieurs naturalistes ont regardé le cerveau comme l'organe sécréteur. Une telle hypothèse, fruit de l'imagination, ne pouvait être admise sans examen, et exigeait incessamment l'appui de nouveaux faits et de nouvelles observations. Galvani se livra donc à ce travail : en voici les résultats.

1.° Il prit une torpille, et lui coupa longitudinalement une portion de son corps avec un de ses organes électriques, en laissant intacte dans sa situation naturelle la portion qui contenait l'autre réuni à la tête : cette dernière partie du corps donna une secousse, tandis que l'autre s'y refusa constamment.

2.° Après avoir coupé la tête de la torpille, l'explosion de l'électricité animale cessa bientôt dans les deux organes.

3.° Le cœur de la torpille étant

arraché, elle donna néanmoins dans les organes, des secousses électriques qui cessèrent aussitôt après la soustraction du cerveau.

4.° Pour démontrer la correspondance de cet organe avec l'effet des secousses électriques, il fit extraire le cerveau d'une torpille vivante avec des précautions telles, que la circulation du sang n'en dût pas souffrir le moindre dérangement. Quoique dans cet état le mouvement circulaire fût encore en pleine activité, Galvani ne put jamais obtenir aucune secousse électrique.

5.° En coupant ou en comprimant les gros cordons nerveux qui se distribuent aux organes électriques, et particulièrement ceux de la première paire, il n'obtint ni la secousse ordinaire ni la moindre impression électrique.

D'après toutes ces observations il est

aisé de concevoir que le système des nerfs, qui sert à l'action des organes électriques, diffère de celui que la nature emploie pour exciter les contractions musculaires. Il est encore démontré par-là que le cerveau contribue beaucoup à la formation d'une électricité animale proprement dite. Or il est difficile d'imaginer que l'organe qui prépare cette électricité foudroyante de la torpille, ne doit pas aussi concourir au développement de l'électricité animale, dont a besoin l'action ordinaire du système musculo-nerveux. En général, il est de la plus grande importance en physiologie de lier les phénomènes du système locomoteur avec les fonctions cérébrales.

Plusieurs anatomistes ont regardé ce viscère comme un organe sécrétoire des plus essentiels à la vie : Boerhaave y plaça l'élaboration d'un fluide énergique et d'émanations spiritueuses

auxquelles il donna le nom *d'esprits animaux.* Sans doute l'idée d'une telle sécrétion était digne du grand anatomiste de Leyde; mais son école, trop complaisante, ayant admis sur parole les assertions de ce grand maître, l'hypothèse prit la place de la démonstration. La voie de l'expérience fut négligée, et de longues années s'écoulèrent avant que l'on possédât rien d'exact ni de certain sur le rôle du cerveau dans le mécanisme de la vie. Enfin, il était réservé au génie de Galvani d'établir, par des observations incontestables et rigoureuses, que le cerveau possédait la faculté de préparer une électricité parfaitement en rapport avec les fonctions de l'économie animale. Il est à desirer que l'on étende ces considérations aux animaux à sang chaud, et que l'on cherche dans cette nouvelle route des lumières nouvelles pour éclaircir le développement

du principe qui sert aux sensations et aux contractions musculaires.

Eh quoi ! la sage nature qui emploie les ramifications nerveuses pour exciter la contraction musculaire, aurait-elle donc voulu que le cerveau, dépôt central de la substance médullaire dont elles sont composées, ne fût chargé d'aucune fonction à cet égard? N'expliquerait-on pas ainsi pourquoi la Puissance éternelle a doué l'homme du cerveau le plus volumineux : l'homme qui devait avoir un fluide plus abondant et plus épuré pour servir à une intelligence plus élevée, à des raisonnements plus sublimes, qui le placent au-dessus de tous les êtres animés? Ce ne sont que de simples conjectures, peut-être prématurées, que les travaux des physiologistes pourront seuls confirmer.

SECTION III.

De l'action de l'électricité animale de la torpille pour exciter le mouvement du cœur, et des muscles d'autres animaux.

Qu'une grenouille préparée soit placée, tantôt sur le dos, tantôt sur la tête, tantôt sur le ventre d'une torpille, elle est vivement contractée ; elle produit le même effet sur plusieurs grenouilles préparées, si elles touchent en différentes parties la surface de son corps. Il est même intéressant de voir que quelques grenouilles posées sur une table humide, éloignée du corps de la torpille, soient néanmoins contractées toutes les fois qu'elle décharge son électricité. Ces expériences démontrent évidemment que les grenouilles sont susceptibles de se contracter au plus petit degré d'électricité, en sorte qu'elles nous indiquent la force électrique d'une torpille, même lorsqu'elle

ne donne plus aucune secousse, et qu'elle n'est plus en état de se rendre manifeste par l'électromètre le plus sensible.

Galvani ayant disposé sur le dos d'une torpille le cœur et d'autres muscles d'une grenouille, y détermina en même temps l'explosion de l'électricité animale, sur ces parties. Quand l'animal était tranquille il n'y avait point d'action dans les muscles de la grenouille; mais lorsqu'on produisait la décharge de la torpille, tous les muscles et le cœur même étaient vivement contractés; cependant il faut remarquer que les muscles de la grenouille entrèrent en action à l'instant même de la décharge de l'électricité animale, et que le cœur n'était agité que quelques moments après. Galvani observa aussi que la force électrique de la torpille étant diminuée, elle conservait néanmoins le pouvoir de faire

contracter des morceaux musculaires de la grenouille, tandis qu'il n'y avait point d'action sur le cœur. Ce phénomène conduit à établir un nouveau point d'analogie entre l'électricité animale de la torpille et l'électricité générale qui a été jusqu'à présent inconnue; car une faible étincelle, capable d'exciter les autres muscles, n'excite point le cœur.

Galvani démontra, par une expérience très-ingénieuse, la propriété que nous venons d'annoncer. Il disposa comme dans une série, les muscles cruraux de plusieurs grenouilles, en y interposant le cœur qui avait été détaché; en même temps il fit passer par cette série de parties musculaires un courant très-faible d'électricité : au moment du passage il vit aussitôt tous les muscles se contracter, et le cœur peu de temps après. Il observa encore que lorsque la force

de l'électricité était diminuée, le cœur seul restait immobile au milieu des contractions des autres parties musculaires.

Ces observations démontrent, à mon avis, d'une manière rigoureuse, que l'électricité animale de la torpille, et l'électricité générale, agissent de la même façon que le galvanisme sur le cœur; elles nous fournissent une nouvelle preuve de ce que nous avons avancé dans notre dernier ouvrage; savoir, que cet organe est le premier à se soustraire à son influence, tandis que les autres muscles la ressentent encore assez long-temps.

SECTION IV.

Des organes du gymnote engourdissant.

Après avoir ainsi décrit l'organisation et les phénomènes que la torpille présente aux anatomistes et aux physiciens, je crois à propos

d'appeler encore leur attention sur deux autres espèces de poissons qui jouissent des mêmes propriétés que la torpille, quoique avec une organisation différente au premier aspect: j'entends parler du gymnote engourdissant, et du silure trembleur.

Jean Hunter fut le premier qui donna une bonne description du gymnote engourdissant. Ce poisson appartient à l'ordre des *apodes* : il a conséquemment le corps très-allongé, et serpentiforme; sa queue forme les $\frac{7}{8}$ de sa longueur totale. La vessie natatoire, au lieu d'être simplement renfermée dans la cavité abdominale, s'étend dans l'intérieur de la queue, et se prolonge jusqu'à son extrémité. C'est au-dessus de cette vessie que l'on trouve dans le gymnote engourdissant un appareil très-singulier, dont il n'y a aucun vestige dans les autres espèces de ce genre, et qu'il

est impossible de ne pas reconnaître pour son organe électrique. Il est formé par la réunion de plusieurs aponévroses qui s'étendent dans le sens de la longueur du poisson, comme autant de couches horizontales, parallèles et écartées les unes des autres d'un millimètre. Elles sont coupées presque à angles droits par d'autres lames verticales de la même nature : de-là résulte un réseau large et profond, composé d'un grand nombre de cellules rhomboïdales dont l'intérieur est rempli d'une substance onctueuse et comme gélatineuse.

Cet appareil animal est évidemment partagé en quatre organes électriques, deux grands et deux petits. Les premiers sont logés au-dessous de la vessie natatoire et des muscles vertébraux ; les deux petits sont placés à la région la plus inférieure de la queue. Les lames horizontales, au lieu d'être

parallèles dans toute leur longueur, sont onduleuses par intervalles. Hunter en a compté 34 dans un grand organe, et 14 dans un petit. Tout cet appareil électrique est mis en jeu par un systême de nerfs procédant de la moelle épinière, et distribués avec un mécanisme admirable. Les différents rameaux d'un gros nerf, qu'on trouve au-dessus de la colonne vertébrale de ce poisson, rampent d'abord à la surface de ces organes, et finissent par se répandre et s'épanouir dans leurs alvéoles.

J'ai examiné, avec toute l'attention dont je suis capable, les organes du gymnote engourdissant et de la torpille, dans le cabinet de Hunter; j'étais accompagné de M. Heviside, un des plus zélés conservateurs de ce dépôt précieux pour la science. J'ai comparé le dessein de mes planches (pl. 8, fig. 23.) avec les préparations origina-

les : j'ai admiré leur exactitude, et la perfection des injections est allée jusqu'à me faire apercevoir les plus petites ramifications du système vasculaire qui se répand sur les organes électriques.

SECTION V.

Des organes du silure.

Le silure trembleur a été décrit pour la première fois par M. Geoffroy. Les organes électriques de ce poisson, au lieu de se trouver sur les côtés de la tête, comme dans la raie, et au-dessous de la queue, comme dans le gymnote, s'étendent tout autour du poisson (pl. 8, fig. 4). Placés immédiatement au-dessous de la peau ils se composent de fibres aponévrotiques et tendineuses très-serrées, qui s'entrelacent et forment un réseau dont il est impossible d'apercevoir les mailles

à l'œil nu : les cellules de ce tissu sont également remplies d'albumine et de gélatine. Une très-forte aponévrose couvre tout l'appareil, et l'empêche ainsi de communiquer avec l'intérieur. Les nerfs, qui concourent à compléter l'organe électrique, sont de la huitième paire cérébrale : ils descendent en se rapprochant l'un de l'autre, à leur sortie du crâne, vers le corps de la première vertèbre qu'ils traversent. Ils s'y introduisent d'abord par un orifice propre à chacun d'eux, et ils en sortent ensuite du côté opposé par une seule ouverture ; après s'être ainsi rencontrés, ils s'écartent tout-à-coup, et se rendent sous chacune des lignes latérales : ils sont alors logés entre les muscles de l'abdomen, et l'aponévrose qui recouvre tout le système électrique ; ils pénètrent dans la peau par de grosses branches, et finissent par s'épanouir dans le réseau.

SECTION VI.

Examen comparatif des organes électriques.

On peut tirer plusieurs conséquences de l'examen comparatif des organes électriques des poissons que je viens de décrire : 1.° Que le lieu où se logent ces organes est indifférent, puisqu'ils sont réunis sur les côtés de la tête dans la torpille, sous la queue dans le gymnote, et tout autour du corps dans le silure. 2.° Qu'aucune branche du système nerveux ne leur est spécialement affectée, puisque dans la torpille ce sont les nerfs de la cinquième paire qui s'y distribuent, dans le gymnote ce sont les nerfs cérébraux, et dans le silure ce sont ceux de la huitième paire. 3.° Que la forme des cellules est de même indifférente, puisqu'elle varie dans chaque espèce. Tous ces corollaires qui découlent de

l'observation anatomique, ont été déja présentés par le professeur Geoffroy. J'en ajouterai quelques autres qui sont particulièrement en rapport avec la théorie du galvanisme. 4.° On peut comparer ces organes électriques à de véritables piles animales composées de deux substances hétérogènes, telles que les nerfs et la pulpe albumino-gélatineuse d'un côté, et les feuillets aponévrotiques de l'autre. 5.° Il résulte des observations faites sur les poissons électriques, que la force de leur explosion est proportionnée, toutes choses égales, à la grandeur particulière des organes électriques. Le gymnote donne les commotions les plus considérables en raison de la grandeur de son organe électrique, qui, par l'inspection anatomique, est à-peu-près égal au volume de l'animal lui-même, étant fourni d'une épaisseur qui le double en volume. Vient après le silure, qui donne une

commotion plus forte que la torpille, et l'on voit aussi que son organe, quoique plus mince que dans le *gymnotus*, entourant tout le poisson, offre plus de surface que dans la torpille, où il est borné dans un petit espace aux environs des branchies. 6.° L'on voit enfin que, dans les mêmes espèces de poissons, il suffit d'un différent arrangement des mêmes parties, d'une différente manière de contenir des substances animales, pour être en état, ou de donner une forte action électrique, ou de la refuser constamment. Nous voyons de pareils phénomènes dans les piles métalliques, où un changement opéré, soit dans la disposition des plaques métalliques qui la composent, soit dans le corps humide qui agit sur elle, l'on peut à volonté exciter ou empêcher l'action du galvanisme.

D'après toutes ces considérations,

on voit l'anatomie, la physiologie et la physique s'accorder pour établir entre ces divers organes l'identité la plus complète : voilà donc tous ces appareils disposés par la nature, ramenés à un même systême d'organisation, à une même force connue, qui agit de la même manière, et produit les mêmes effets, quoique soumis à des modifications variées par des moyens différents. Je ne doute pas qu'en augmentant nos connaissances dans la famille des poissons électriques, l'on ne parvienne à étayer toujours davantage l'opinion d'une véritable pile animale agissant dans leurs organes. J'ose même croire que l'idée de cettte action n'est pas bornée à quelques poissons épars, mais qu'il faudra l'étendre un jour à tout le règne animal. J'observe, avec M. Geoffroy, que presque tous les animaux ont des nerfs qui vont se perdre dans la peau : tous immédiatement

au-dessous d'elle, sont plus ou moins pourvus de tissu cellulaire ; tous ont donc en quelque sorte les rudiments d'un organe électrique. Dès-lors, si l'on imagine que des vaisseaux sécréteurs déposent de la matière albumino-gélatineuse entre les petits feuillets du tissu cellulaire qui unit la peau aux muscles sous-cutanés, on aura facilement une idée de la manière dont cette effusion peut donner lieu à la formation et à l'existence d'une vraie pile animale, non-seulement dans les poissons, mais encore dans tous les autres animaux. Cette hypothèse, quand des faits plus nombreux l'auront confirmée, fera disparaître le merveilleux de certaines observations d'hommes doués de propriétés électriques, et qui ont fixé l'attention * de plusieurs sociétés savantes.

* Acta Academiæ Petropolitanæ, an. 1779. Voyez encore les *Mémoires de l'Académie des sciences*, 1777.

Je suis néanmoins d'avis que les effets de cette pile ne seront pas d'une intensité égale chez tous les individus: des différences dans l'organisation et l'arrangement des parties, dans le nombre et les proportions de leurs principes, devant nécessairement apporter des modifications dans leur manière d'agir. Qui ne sait pas, en effet, que toute sécrétion, que toute fonction quelconque, doit varier de plusieurs manières, non-seulement dans des animaux de classes, d'ordres, de genres et d'espèces différents, mais encore chez le même individu considéré à différentes époques? Et pourquoi donc la *sécrétion électrique* ferait-elle une exception à cette grande loi de l'économie vivante ?

MÉMOIRE V.

Expériences sur l'électricité animale, adressées en 1797 au célèbre professeur Lacépède, membre du Sénat conservateur, et de l'Institut national de France.

PERMETTEZ-MOI de vous présenter de nouveau mes observations sur l'électricité animale comme un hommage qui vous est entièrement dû, puisqu'elles ont paru pour la première fois sous vos auspices. L'estime alors m'excitait à vous les dédier, la reconnaissance aujourd'hui m'engage à en renouveler l'offrande. Ce sont vos lettres obligeantes qui m'ont introduit à la Société royale de Londres; c'est à votre renommée, et à la haute considération dont vous jouissez auprès de tous les savants, que je me crois redevable de l'accueil flatteur et des égards

dont m'ont honoré le chevalier président Banks, et d'autres membres de cette illustre Société.

Dans mes expériences publiques à l'Institut de Bologne, j'avais démontré en 1795, l'insurmontable résistance qu'oppose la flamme au passage de l'électricité animale. J'avais exposé dans deux Mémoires publiés en 1794, que les bouteilles de Leyde, indépendamment de leur forme ordinaire, peuvent en avoir d'autres tout-à-fait différentes, et qui offrent les mêmes résultats. Enfin le desir de confirmer de plus en plus les vues physiologiques de mon oncle Galvani, me fit souhaiter des éclaircissements ultérieurs sur les attractions électriques. Ces idées fugitives alors, et fixées maintenant par des expériences réitérées; forment l'objet de ce Mémoire. *

* Mes engagements et mon empressement à retourner dans ma patrie ne m'ont pas permis de rédi-

Puisse-t-il être un témoignage de la satisfaction que j'éprouverai toujours à me rappeler les gages nombreux que j'ai reçus de votre bienveillance.

§ I. *Du pouvoir conducteur de la flamme.*

La facilité avec laquelle l'électricité animale se communique par divers corps conducteurs, comme je l'avais plusieurs fois observé, m'inspira le desir de soumettre à des expériences la flamme, qui, aux yeux des physiciens, tient le premier rang dans cette classe ; je me plaisais à appuyer par

ger ce Mémoire d'une manière entièrement conforme à l'état actuel de nos connaissances : c'est pourquoi je n'en donne ici que l'extrait fait en 1798 par M. Amoretti, et publié dans les Opuscules de Milan, enrichi maintenant de quelques observations. Je me réserve, dans une autre édition, d'y insérer de nouvelles notions touchant la chimie atmosphérique, en prenant en considération les belles idées de M. de Luc sur ce sujet.

Digitized by Google

ce moyen, d'une preuve nouvelle, la théorie de Galvani. Je pris donc deux conducteurs qui, d'un côté communiquant aux deux armatures appliquées aux nerfs et aux muscles d'une grenouille préparée, étaient séparés vers l'autre extrémité par un petit intervalle d'une ligne tout au plus; cet espace était rempli par une vive flamme: voilà donc un arc composé de divers corps propres à transmettre le fluide électrique, qui réunit les muscles et les nerfs préparés selon la méthode ordinaire de Galvani. Néanmoins, à mon grand étonnement, je ne pus obtenir la plus légère contraction. Je craignis d'abord que la cause de ce phénomène ne fût dans la flamme qui, par sa faculté conductrice, paraissait devoir beaucoup influer sur le prompt excitement des contractions musculaires.

L'habile artiste Malagrida varia mon expérience de plusieurs manières, en

Digitized by Google

remplissant l'intervalle qui séparait les deux conducteurs d'une flamme animée par un courant continuel d'air semblable à celui de la lampe d'un émailleur. Voilà un courant de feu brillant et aussi vif qu'il soit possible; cependant point de contractions musculaires. Il en fut de même en usant de flammes variées par différents degrés d'énergie, et alimentées de diverses substances.

Ces résultats parurent si étranges, qu'on mit en doute la déférence de la flamme si vantée par les physiciens: quelques-uns pensaient qu'elle agissait en vertu de sa forme en pointe; on alla même jusqu'à soupçonner que le corps de la flamme était privé de la déférence nécessaire pour transporter une faible électricité. Ce qui favorisait cette dernière opinion, c'est le caractère des parties huileuses et bitumineuses qui alimentent la flamme;

et qui sont d'une nature idio-électrique. Tel est aussi le gaz oxigène qui nourrit la flamme, dont la substance est subtile et dilatée, selon les observations microscopiques de votre collègue Lamark. Toutes ces raisons portent à attribuer le refus du passage de l'électricité animale au défaut d'un degré convenable de déférence dans la flamme.

Pour moi, loin de soupçonner que la flamme fût privée de la déférence nécessaire, je pensai au contraire que l'excès de cette propriété était la cause du phénomène dont il s'agit. Je veux bien que les particules qui nourrissent la flamme soient ordinairement d'une nature idio-électrique; elles abandonnent néanmoins cette propriété dans la combustion, en vertu de laquelle elles deviennent déférentes. Lorsque dans cette expérience j'interposais entre les deux conducteurs un peu de

verre fondu au chalumeau, les contractions paraissaient, fait qui démontre le pouvoir de l'état d'ignition pour changer en déférents les corps idio-électriques. Voilà cependant, d'un côté, la forme en pointe de la flamme, propre à dissiper le fluide électrique, et de l'autre la substance qui la compose, singulièrement propre à le transporter. L'extrême conductibilité de la flamme peut donc interrompre la libre transmission de l'électricité animale, sans laquelle on attendrait en vain les contractions musculaires : quoique je fusse porté à embrasser d'abord cette opinion, je crus nécessaire de consulter l'expérience, qui décida entièrement la question.

Je dois ici témoigner ma reconnaissance au célèbre professeur Moscati, qui m'invita en 1796, à éprouver l'électricité de la flamme avec les électromètres nouvellement inventés ; et

Digitized by Google

c'est à ses conseils que je dois les expériences dont s'étaie l'opinion que je viens d'avancer. Dans l'électromètre de Bennet, je détermine un courant du fluide électrique vers un conducteur interrompu par l'intervalle d'une ligne que je puis remplir à mon gré, en y appliquant le corps de la flamme. Le fluide passe alors librement, et l'électromètre ne me présente aucune divergence; d'où je conclus que la flamme est un excellent conducteur. De plus, sans placer la flamme dans l'intervalle susdit, je l'écarte à la distance d'un pouce, plus ou moins, suivant la quantité de fluide mis en mouvement, et j'observe avec surprise que l'électromètre ne diverge point. J'éloigne tout-à-fait la flamme, et la divergence de l'électromètre reparaît. Cette seconde expérience, à mon avis, vient à l'appui de la première; car, si à la distance d'un pouce au moins, la

flamme peut dissiper le fluide électrique, combien ne le pourra-t-elle pas mieux, si on l'applique au conducteur lui-même ?

Enfin, en mettant en mouvement le fluide électrique dans l'électromètre de Bennet, j'approche tour-à-tour, tantôt le corps de la flamme à la distance d'un pouce, tantôt sa sommité la plus aiguë, à la distance seulement de quatre lignes, de trois, et de moins encore : dans le premier cas, l'électromètre cesse de diverger, et dans le second il n'éprouve que peu ou point de changement. De tous ces faits, il m'est permis de conclure, je crois, que quoique j'applique à la plus faible électricité la déférence de la flamme, elle surpasse de beaucoup celle des métaux et des autres corps.

Fort de ces expériences, je revins avec plus de courage à l'électricité animale, vers laquelle seulement je

dirigeais mes recherches. A des effets égaux répondent des causes égales qui opèrent par les mêmes lois. Voilà la flamme, qui d'un côté ravit le mouvement à l'électromètre dans la machine de Bennet, et de l'autre, appliquée à l'électricité animale, elle en arrête le passage : dans le premier cas, point de mouvement dans les électromètres; dans l'autre, point de contractions musculaires. Mais, je dois rappeler avec assurance que j'ai produit ce défaut de mouvement dans l'électromètre par la flamme : pourquoi n'argumenterais-je pas de-là que le mouvement musculaire est suspendu par une émanation de l'électricité animale qui, fortement attirée par la flamme, est détournée, et ne peut achever sa circulation, sans laquelle les contractions musculaires ne sauraient avoir lieu ?

§ II. *Différentes constructions de la bouteille de Leyde.*

Je passe maintenant aux bouteilles de Leyde, qui, par les phénomènes intéressants qu'elles présentent, méritent les regards des physiciens. Il me vint à l'esprit d'éprouver différents tubes de verre de forme cylindrique, dont les uns étaient ouverts d'un côté, les autres fermés hermétiquement des deux bouts, d'autres tout pleins d'eau, et d'autres enfin remplis seulement à deux tiers de leur hauteur. Je prends avec la main la partie inférieure de ces cylindres, un peu au-dessous du niveau du fluide ; j'environne le cylindre d'une armature métallique, que j'approche du conducteur chargé. Après un certain degré d'électrisation, je retire les tubes de verre chargés des deux électricités contraires, qui se manifestent par de violentes

secousses et de fortes explosions. Voilà pourtant une bouteille de Leyde dans laquelle un corps idio-électrique sépare l'armature intérieure de l'extérieure, et où se fait l'explosion, quoique la matière électrique ne se communique pas directement à l'armature intérieure de l'eau enfermée hermétiquement, et que l'arc se porte aux deux armatures extérieures, où il se fait ordinairement dans les bouteilles communément en usage. Vous trouverez facilement cette forme de bouteille différente de celle qu'adoptent les physiciens, et vous sentirez par cela même la nécessité de la réduire aux principes généraux.

Il me semble que, nonobstant les diverses formes de la bouteille de Leyde, le fluide électrique y observe la même manière d'agir, et les lois connues de l'électricité. Cependant, en analysant la structure du cylindre

de verre, que je viens de décrire, je serais porté à voir en lui l'action de deux bouteilles simples ordinaires, combinées et liées ensemble dans une seule. Considérez l'appareil du professeur Barletti, composé de deux bouteilles communes, unies ensemble, de manière que la première est suspendue au conducteur chargé, et la seconde attachée à son armature extérieure. Il y a, dans ce cas, quatre armatures, dont deux, savoir la première et la dernière, sont externes et séparées entre elles de la superficie du verre; les deux autres sont au milieu, et communiquent ensemble, de manière qu'elles paraissent n'en former qu'une. Si vous usez de cet appareil, l'explosion aura cependant lieu, l'arc s'établissant entre les deux armatures externes.

On découvre facilement à présent les quatre mêmes armatures adaptées

Digitized by Google

par un semblable artifice dans le tube de verre que nous avons déja décrit. La feuille de métal, appliquée extérieurement au-dessous du niveau de l'eau, vous offre une armature, et vous pouvez en avoir une autre dans la main, appliquée à l'extrémité du même niveau : celles-ci sont les deux armatures extérieures. L'eau intérieure présente les deux autres armatures intermédiaires, qui doivent être chargées par deux électricités différentes, à la manière des deux armatures placées au milieu, dans l'appareil de Barletti, et qui, malgré leur communication réciproque, sont fournies d'électricités différentes. En effet la première armature extérieure, appliquée au conducteur électrique, ne peut se charger positivement sans que l'eau intérieure ne soit électrisée négativement à sa surface; et même l'eau renfermée dans le tube de verre ne peut

se décharger de sa propre électricité, sans la communiquer aux couches inférieures d'eau qui se trouvent dans le même tube, et par la même raison doivent s'électriser négativement. On a donc dans l'eau, que renferme le tube, les deux armatures intermédiaires imprégnées par des électricités contraires : une partie de cette eau étant en effet négativement électrique, et l'autre positivement.

Enfin, suivant la loi connue de la charge des verres, la partie inférieure de l'eau dans le tube ne peut devenir positivement électrique, sans que la surface opposée, correspondante à la main extérieure qui soutient le tube, ne devienne négativement électrique. Après une telle analyse de la différente électricité des armatures qui constituent le tube de verre, dont nous avons donné la description, il ne semblera plus étrange si, en faisant

un arc partant de la main négativement électrique pour se rendre à l'armature extérieure que nous avons démontrée, remplie d'électricité contraire et positive, on a l'effet de la décharge, et on sent la secousse de l'explosion électrique.

Ayant soupçonné, dans le cours de mes expériences, que ce phénomène dépendait, au moins en grande partie, de la ténuité des verres, j'en choisis de très-minces, et j'obtins la décharge, même sans armature métallique. L'expérience m'a constamment et invariablement donné ce résultat, quoique répétée vingt fois dans des leçons publiques de physique expérimentale, en présence de nombreux élèves : je me suis servi de petits cylindres de cinq à six pouces de longueur, sur un demi-pouce de diamètre, hermétiquement fermés et remplis d'eau en totalité, ou seulement aux deux tiers. On a donc, par ce moyen, une bouteille

de Leyde chargée d'électricité, dans laquelle il n'y a point de contact entre les armatures extérieure et intérieure, et qui donne néanmoins de fortes explosions.

On voit dans cette bouteille que l'humidité ou les particules hétérogènes de l'air, ou de la surface du verre, suffisent à former une zône qui fait l'office d'armature, et ramasse l'électricité positive pour s'équilibrer ensuite avec l'armature négative, à laquelle est appliquée la main. En effet, si la personne qui tient le cylindre se trouve isolée, la charge et l'explosion cessent d'avoir lieu.

D'après cet aperçu on expliquera sans peine ces secousses extraordinaires dont sont fréquemment surpris les physiciens en touchant les verres dans leurs expériences. Plus d'une fois il m'est arrivé, en observant l'éclair que présentent les tubes de

verre vides et électrisés, dans lesquels le mercure coule d'un bout à l'autre, d'être ainsi frappé par une explosion électrique, facile à rapporter au genre de celles dont j'ai tâché ci-dessus de donner l'explication. Ces expériences serviront aussi à éclairer la théorie des explosions électriques de la torpille, aussi-bien que d'autres phénomènes relatifs à la tourmaline, que les physiciens n'ont pas encore assez bien développés.

§ III. *Phénomènes concernant les attractions électriques.*

La considération des attractions électriques me fit sentir combien les expériences étaient nécessaires pour éclaircir ce point important. Voici donc mes tentatives, dans l'espoir d'obtenir des résultats satisfaisants à cet égard. Ayant décrit quelques tra-

ces d'électricité positive et négative sur l'électrophore *, j'y projetai succes-

* Quoique, dans les expériences ci-dessus, il ait été nécessaire d'employer le plateau résineux, néanmoins on peut se servir également ici du plateau vitreux. Je voudrais ici que les physiciens fissent plus généralement usage comme électrophore, de simples disques ou lames de verre pour la facilité et la commodité. Il n'y a pas à craindre, comme on l'a supposé dans l'électrophore de verre, la fugacité et la rapidité du passage du fluide électrique. Je me suis assuré que dans une saison favorable, un disque de cristal qui avait environ sept pouces de diamètre, restait chargé pendant plusieurs semaines. Quelqu'éloignés que soient les physiciens des grandes villes et des commodités qu'elles procurent, ils peuvent se former de suite un appareil électrique, s'ils ont à leur disposition un plateau métallique isolé tout prêt. Ayant appliqué à un verre ordinaire ou à une assiette de faïence un plateau de métal, l'on a un électrophore assez capable de donner des étincelles électriques. J'en ai aussi obtenu avec plusieurs marbres polis, spécialement avec des laves du Vésuve. De petits morceaux de cristal offrent une électricité très-sensible : un disque de cristal d'environ

sivement différentes substances pulvérisées, empruntées des trois règnes de la nature. Le règne minéral me fournit les oxides d'étain et de plomb; le verre, l'antimoine, le cuivre jaune, l'acier et d'autres métaux réduits en limaille ou en poudre. Parmi les végétaux, je choisis la farine de bled, de maïs, d'orge, et des cendres de diverses plantes; enfin les matières animales me donnèrent les poudres de cantarides, de mille-pieds, d'os et de coquilles d'œuf. Quand on jetait ces poudres contre le plan résineux, elles étaient toutes attirées, mais dans un mode d'attraction totalement différent au plus léger changement des circonstances. Il fallut alors en venir à l'examen des causes qui produisaient

de 2 $\frac{1}{2}$ pouces de diamètre, m'a donné une quantité de fluide électrique suffisante pour allumer plusieurs fois le gaz hydrogène dans l'appareil connu du pistolet électrique.

Digitized by Google

dans les expériences de telles variétés. Cette recherche me donna l'occasion de modifier l'opération, et d'en examiner les résultats, d'après les trois combinaisons suivantes. 1.° Soumettre la même poudre à l'action des deux électricités. 2.° Exposer diverses poudres à l'influence de la même électricité. 3.° Considérer enfin différentes poudres attirées dans le même temps par diverses électricités.

Je prends à cet effet une seule substance en poudre quelconque, par exemple, l'oxide rouge de plomb ; je charge un plan résineux par le moyen d'une bouteille, en y marquant des traces d'électricité positive ; la poudre de minium, répandue sur le plan, prend une forme étoilée ; j'y inscris de rechef d'autres traces d'électricité négative, et la même poudre attirée par le plan présente une série continue de surfaces orbiculaires. En faisant

donc des expériences sur les mêmes poudres prises l'une après l'autre, on trouve qu'elles se disposent indistinctement en forme rameuse ou circulaire, en raison des différentes électricités auxquelles elles sont appliquées. Tout ce que nous venons de dire est relatif à la première combinaison.

En faisant ensuite usage, d'abord de la seule électricité positive, je présente à l'électrophore deux différentes poudres mêlées ensemble à doses égales, telles que celles de minium et de soufre, et je vois le soufre prendre une forme étoilée, en se séparant du minium, qui, répandu avec confusion sur le plan, ne présente aucune forme régulière. Je charge de nouveau l'électrophore de seule électricité négative, j'y répands les deux mêmes poudres, et je vois alors au contraire le minium s'arranger en cercle, et le soufre demeurer irrégulière-

Digitized by Google

ment épars. Donc le minium, qui dans la première expérience, étant seul, se disposait indifféremment en forme étoilée ou circulaire, dans cette seconde, étant uni à d'autres substances, semble plus naturellement attiré par l'électricité négative que par la positive.

Ayant inscrit sur le plan résineux les deux électricités, j'y répands deux poudres mêlées, de couleur assez différente, afin que leur séparation soit plus sensible; j'emploie, par exemple, celles du cristal de roche et du soufre. On est surpris de voir comment ce nuage artificiel de poussière, au moment qu'il ressent l'action électrique, se décompose, et envoie çà et là les particules du cristal et du soufre; les deux substances séparées entre elles s'arrangent aussitôt, l'une en forme globulaire, l'autre en forme étoilée. Une semblable

séparation a également eu lieu en traitant de la même manière un mélange de cuivre et de céruse, d'antimoine et de cuivre jaune, de minium et de farine de bled. La couleur opposée dans les substances en limaille ou en poudre est nécessaire et très-utile pour rendre les phénomènes plus distincts.

Changeant l'ordre des expériences, il faut d'abord répandre la poudre sur le plan résineux, et ensuite en approcher à différentes reprises, et en différents endroits, le conducteur d'une bouteille chargée positivement : la poudre sera repoussée, et, en se retirant, elle laissera des vestiges étoilés; seulement dans les points où les traces de l'électricité positive sont croisées avec celles de la négative, les poudres n'acquièrent ni la forme étoilée ni la globulaire, mais une tout-à-fait irrégulière. On observe également ce phénomène dans un plan de verre. Il

faut ici remarquer que, comme électrophore, on peut substituer, et même préférer en certains cas, un plateau de verre au plan résineux. Les physiciens pourront, en examinant la différente adhésion des poudres au verre et aux résines, se procurer des faits propres à mieux connaître les caractères des électricités opposées.

Ces premières expériences me conduisirent naturellement à les répéter sur des corps à l'état liquide *. Ayant

* L'huile électrisée présente plusieurs phénomènes qui confirment sa tendance à l'expansibilité. Si l'on verse quelques gouttes d'huile sur la surface d'une certaine masse d'eau simplement électrisée par un conducteur, on les voit se subdiviser presqu'à l'infini, à tel point qu'elles deviennent si petites, qu'on a de la peine à les compter. La même chose arrive si l'on verse une petite quantité d'huile sur de l'eau renfermée dans une bouteille de Leyde qui soit chargée; l'huile obéit simplement avec une promptitude étonnante à l'attraction électrique. Je prends un tube de verre ouvert des deux côtés, long

donc placé une armature métallique circulaire de six à huit lignes de dia-

de 6 pouces environ, et de 3 ou 4 lignes de diamètre ; j'en plonge l'un des bouts dans de l'huile commune, à la profondeur d'un demi-pouce, et j'en ferme l'autre bout avec un doigt, afin que la pression de l'air soutienne l'huile dans le tube. Dans cet état des choses, je présente le tube par l'extrémité où il y a de l'huile à un conducteur fortement électrisé, et je vois, à la distance de quatre pouces et davantage, l'huile s'élancer vers le conducteur, en formant une fontaine composée de trois petits jets qui s'éparpillent d'une manière presque imperceptible. Le même effet a lieu avec plus de force et à une plus grande distance, si je répète cette expérience en substituant à l'huile commune celle de térébenthine. Enfin ayant versé de l'huile sur de l'eau fortement électrisée dans une bouteille de Leyde, je vis à l'instant s'élever une ébullition accompagnée d'un mouvement de la masse entière du liquide qui faisait crever les bulles contre les parois du verre ; et je ne pus rétablir le calme dans la bouteille qu'en faisant l'équilibre entre les armatures extérieure et intérieure. On avait déja observé du temps de Pline, que, dans une tempête, on pouvait, jusqu'à un certain point, appaiser les flots tumultueux autour d'un vaisseau, en jetant à la mer

mètre sur un disque de résine, je la circonscrivis d'une trace d'huile ; puis, à l'aide d'une bouteille chargée, je la rendis positivement électrique : aussitôt je vis l'huile se répandre dans tous les sens, et vibrer des rayons divergents, de façon à représenter assez bien un petit soleil. Alors je disposai sur le même plan résineux une autre armature, en tout pareille à la précédente ; j'y introduisis de nouveau l'électricité positive, et j'y vis se for-

une assez grande quantité d'huile. M. Leyeld, physicien, rappelle dans les Actes de Trévoux cette opinion des anciens qu'on avait laissé tomber dans l'oubli, et il exhorte les physiciens à entreprendre de nouvelles expériences sur ce sujet. Je les inviterai aussi à vouloir, en suivant les traces du professeur Frisio, répéter et varier leurs expériences, afin de confirmer un procédé aussi intéressant, et de justifier en même temps les sectateurs de Pline, du reproche qu'on leur a fait, de vouloir reproduire une coutume populaire, superstitieuse, et qui repose sur des fondements faux.

mer de rechef un petit soleil rayonnant comme le premier. Ensuite je plaçai les armatures de sorte que les rayons d'une armature à l'autre ne pussent se toucher, malgré leur rapprochement. Alors ayant rendu négativement électrique une d'elles, j'observai que les irradiations des deux armatures, qui, auparavant n'occupaient qu'un certain espace, se prolongeaient réciproquement de l'une à l'autre, et finissaient par former, en se recontrant dans une ligne droite ou oblique, un seul rayon qui unissait les deux armatures.

Après avoir parlé des phénomènes de l'électricité artificielle, je passe à ceux de l'électricité naturelle. Je remarque que la neige, à la manière des poudres employées dans mes expériences, se dispose en petites étoiles ou en globules, ou se condense en flocons irréguliers. Ainsi je pense que les

étoiles sont dues à l'électricité positive des nuages; que les petits globules sont dus à leur électricité négative; et les flocons irréguliers à l'action réciproque de toutes les deux. On ne doit pas être étonné si l'on donne beaucoup d'influence à l'électricité dans la formation de la neige; car si une électricité surabondante produit la grêle pendant l'été, comme le pensent beaucoup de physiciens, une faible électricité peut bien, dans une autre saison, former de la neige.

M. Beyer, physicien distingué de Paris, m'a montré de pareils attractions produites à la surface de l'électrophore par l'électricité atmosphérique. La méthode d'examiner le genre de l'électricité naturelle, agissant dans l'atmosphère à l'aide de différentes substances pulvérisées, indique, comme je le crois, d'une manière assez exacte le changement de cette électricité. Des

observations curieuses, que M. Beyer a bien voulu me communiquer à cet égard, me font espérer que l'on parviendra, par ce moyen, à éclaircir l'action de l'électricité naturelle dans la formation de plusieurs météores. L'on ne négligera pas des tentatives presque analogues à celles-ci, faites par le professeur Chladni, en dirigeant le frémissement d'un archet de violon sur des carreaux de verre qu'il avait saupoudrés de différentes substances pulvérulentes.

Je pense qu'il serait utile de recueillir l'électricité atmosphérique pendant qu'il tombe de la neige, et de voir quelle serait la figure que différentes substances pulvérisées recevraient par son action dirigée à la surface de l'électrophore, et de la comparer avec celle que ces mêmes substances prendraient par l'action de l'électricité artificielle, à un égal degré de tension.

Ces expériences pourraient, à mon avis, développer les phénomènes concernant les changements de l'électricité dans l'atmosphère et l'attraction différente des vapeurs.

Bartolini, Cassini, et d'autres physiciens, avaient déja observé dans les petites étoiles de la neige six rayons placés régulièrement à un angle de 60 degrés. Le professeur Beccaria a tenté d'expliquer cette tendance à la forme hexagone, en supposant que les vapeurs dans les nuages étaient disposées dans un plan à égale distance entre elles ; il démontre ensuite que chaque vapeur, envisagée comme centre, étant animée d'une électricité différente de celle des vapeurs qui l'environnent, attire les plus voisines ; et que celles-ci en attirent d'autres à leur tour, jusqu'à ce que les petites étoiles hexagones soient formées.

Pour moi, il me semble trouver dans l'électricité la propriété de donner la forme hexagone aux corps sur lesquels elle peut agir, comme dans la matière de la neige. Voici les expériences qui me conduisent à cette hypothèse. Je commence par inscrire à la surface de l'électrophore différents points électriques séparés les uns des autres, et j'y répands dessus les diverses substances pulvérisées. J'observe de petites étoiles, qui, selon l'énergie de la charge, sont quelquefois douées de 12, quelquefois de 18, et quelquefois même de 24 rayons. Si je communique l'électricité à l'électrophore par une pointe attachée aux armatures de la bouteille de Leyde, les petites étoiles paraissent plus distinctes.

Je ne saurais pas trop définir si une propriété constante, ou le hasard, m'a fourni le plus souvent dans les étoiles un nombre de rayons qui avait

pour multiplicateur le même nombre qui exprime les rayons de la neige. Ce que je puis assurer, c'est qu'en diminuant avec quelque industrie la force de l'électricité, je parvenais à l'affaiblir à un tel point, qui me présentait les petites étoiles formées de six rayons, imitant assez bien la grandeur et la figure naturelles de la neige.

J'ai répété les expériences exposées sur les corps liquides : je répands donc sur la surface de l'électrophore quelques gouttes séparées d'huile commune ; je place verticalement une aiguille au centre de chaque goutte, et en communiquant, par la méthode ordinaire, à leurs extrémités une très-faible décharge, je vois plusieurs fois les petites étoiles liquides de figure hexagone. Il me semble, je l'avoue, les apercevoir avec beaucoup plus de constance dans la méthode des poudres, ci-dessus indiquée ; mais je ne doute

pas qu'en répétant différemment l'expérience, on ne doive être amené aux mêmes résultats, tant en faisant usage des corps solides, que des liquides.

Je crois utile d'avertir ici des anomalies qu'on doit craindre, tant à cause de la résistance opposée même par les plus petites irrégularités du plan résineux, qu'à raison de la différente adhésion des particules constituantes de l'huile même. Il faudra diminuer de beaucoup la force électrique, si, dans cette expérience, on fait usage de l'huile essentielle de térébenthine : elle dispose avec une vitesse incroyable les fluides en forme de soleil rayonnant. J'ai mis à la surface de l'électrophore, dans une même ligne, et à distances égales, différentes aiguilles au centre de plusieurs gouttes de la même huile; tandis que j'appliquais l'électricité à la première aiguille, la seconde disposait aussi le fluide en forme étoilée,

en éprouvant seulement l'action de l'atmosphère électrique.

J'observe cependant que si l'électricité excitée par nos appareils, est capable d'attirer les corps pulvérisés sous des figures déterminées, il est à présumer que ce même fluide recueilli dans les nues, donne des formes analogues aux vapeurs glacées, et nous les présente sous l'aspect de neige. Je crois de plus que de la figure même de la neige on peut tirer un argument nouveau en faveur de l'action électrique dans ce météore. En effet l'on voit que, pour obtenir à la surface de l'électrophore de petites étoiles hexagones, il n'est besoin que d'une électricité bien faible. L'on voit aussi que l'atmosphère, pendant l'hiver, n'est pas en général surchargée d'électricité comme dans d'autres saisons, et à cet égard elle est plus à portée de former la neige. Je remarque

encore que, comme le genre d'électricité de l'atmosphère, dans un temps donné, est toujours le même, on ne voit jamais tomber différentes espèces de neiges mêlées ensemble : elles tombent successivement les unes après les autres, soit dans différents jours, ou en différentes heures du jour même. La faible quantité d'électricité qui est nécessaire pour imiter les petites étoiles hexagones artificielles, nous fournit avant tout un fait qui nous porte à admettre que l'électricité atmosphérique concourt puissamment à la production de ce météore. Je crois maintenant utile de déduire des expériences déja rapportées les corollaires suivants.

I. Premièrement l'influx de l'électricité dans les sécrétions chimiques est certain. On sait que Bergman séparait, à l'aide de l'étincelle électrique, l'acide aérien de l'air atmosphérique, et que

d'autres chimistes ont obtenu des résultats semblables sur d'autres substances, en employant le même moyen.

II. L'électricité a beaucoup d'activité pour unir et séparer les particules des corps ; elle semble encore avoir une faculté élective, moyennant laquelle, parmi les corps déférents, elle attire plus facilement les uns que les autres : d'où l'on pourrait former une table de comparaison de la déférence plus ou moins grande des corps soumis aux expériences.

III. L'action de l'électricité artificielle produit dans les corps diverses formes, ou rayonnantes, ou circulaires, ou irrégulières. Pourquoi donc l'électricité naturelle ne pourrait-elle pas décider les mêmes effets ? Ce principe ayant, comme nous l'avons déja dit, beaucoup de part dans la formation de la neige, nous comprendrons comment il arrive qu'elle tombe quelquefois sous

la forme de petites étoiles régulières, d'autrefois en petites masses globuleuses, et enfin sous la forme de flocons. Je présume, avec confiance, que les physiciens pourront un jour déterminer, d'après la forme de la neige tombée, le genre d'électricité qui l'a produite dans les régions de l'atmosphère; ils pourront encore, en mesurant avec leurs électromètres l'état de l'atmosphère pendant l'hiver, sous le rapport de l'électricité, vérifier les conjectures que je leur propose.

IV. La loi fondamentale, d'après laquelle les corps qui possèdent une électricité de même nature sont repoussés, tandis que ceux qui sont doués d'une électricité différente sont au contraire attirés, est très-connue. Les physiciens n'avaient observé jusqu'à présent cette loi qu'entre les corps solides : nous pouvons à présent en étendre l'application aux liquides eux-

mêmes, sur lesquels personne n'avait encore fait de tentative à cet égard. En effet nous avons observé que deux gouttes de liquide électrisées différemment, s'avançaient en rayonnant sur la surface de l'électrophore, jusqu'à ce qu'elles vinssent à se rencontrer: fait qui démontre une véritable attraction.

V. Ayant changé la structure de la bouteille de Leyde, et supprimé les armatures métalliques, le verre ne cesse pas de posséder les deux électricités opposées, et de produire une décharge: ce que prouvent les tubes de verre décrits plus haut, qui sont susceptibles d'être chargés par les deux électricités, quoique l'eau qui en constitue l'armature intérieure soit séparée de toute part de l'armature extérieure, par l'intermède du verre. Si nous pouvons obtenir de tels résultats à l'aide de nos appareils; à plus forte raison la nature, si riche en

moyens, pourra-t-elle établir dans la machine animale, par un artifice semblable à celui de la bouteille de Leyde, la circulation du fluide électrique, propre à produire les mouvements musculaires.

Telles étaient mes conjectures, publiées avant la découverte de la pile en 1797 ; l'on pourra entrevoir que l'appareil de Volta rentre parfaitement dans les vues alors proposées à cet égard ; qu'il ne fait que confirmer la théorie de Galvani et mes idées sur ce sujet, comme on peut s'en convaincre dans la Section XVII de mon Essai, où je développe la théorie et les principes de la pile animale.

J'ai vu chez M. Culthbertson, artiste distingué de Londres, que lorsqu'on plaçait une bougie allumée entre l'extrémité de deux conducteurs, l'un électrisé positivement, l'autre néga-

tivement, la boule de ce dernier était constamment plus chaude que celle du premier; j'ai répété cette expérience curieuse dans le cabinet de physique de l'Ecole de Médecine de Paris, le 1.er messidor de l'an XI, en compagnie de M. Thillaye fils, physicien, et de M. Berger, médecin de Genève. Nous plaçâmes les boules des deux conducteurs à la distance de 42 millimètres du centre de la flamme, et nous mîmes en action la machine électrique pendant trois minutes : au même moment, ayant touché les boules des conducteurs avec les doigts, nous éprouvâmes tous une sensation de chaleur sensiblement plus forte du côté négatif que du côté positif. Nous répétâmes alors l'expérience en plaçant l'extrémité du conducteur négatif un tiers plus loin du centre de la flamme, que celle du conducteur positif, et nous obtînmes toujours le même résultat. Nous avons observé que la pointe de la flamme a toujours été un peu plus tournée du côté négatif que du côté positif. Cette expérience curieuse se rallie à celle de la carte, qui, placée dans des circonstances semblables, et recevant la décharge d'une bouteille de Leyde, se trouve toujours percée dans la direction du conducteur négatif. J'ajouterai ici que le professeur Pegg, et le docteur Bancroft, ont appliqué la

flamme dans les nouveaux appareils galvaniques, faisant usage, tantôt des animaux à sang froid, tantôt de ceux à sang chaud, toujours avec le même succès. Les expériences ont été faites à l'Université d'Oxford, dans le courant de novembre 1802, avec beaucoup d'autres rapportées dans mon ouvrage.

Digitized by Google

MÉMOIRE VI.

Concernant l'influence des métaux sur l'électricité animale, lu à une séance publique de l'Académie de l'Institut des Sciences à Bologne, et publié en 1794.

TRADUIT DU LATIN PAR M. DESSAIX.

§ I. Si le commencement de l'année qui vient de s'écouler, fut une époque brillante pour notre Académie, par les progrès successifs dont s'enrichit la découverte de l'électricité animale, nos espérances furent un peu troublées par la violence d'une controverse, capable, non-seulement d'attaquer telle ou telle partie de la théorie nouvelle, mais encore d'en renverser l'édifice entier. En effet, si toutes les contractions musculaires sont

Digitized by Google

des phénomènes dépendants de l'électricité métallique, quel renversement dans les idées que nous nous sommes formées jusqu'à ce jour sur la nature de cette électricité, que l'on avait crue d'abord inhérente à la seule organisation des animaux !

Mes oreilles étaient frappées du bruit de ces débats, tandis qu'une maladie des plus graves me retenait dans l'impuissance d'y prendre aucune part. A peine échappé des portes du tombeau par les soins et l'habileté de Galvani, je me hâtai de l'interroger sur le sort de son électricité animale; et la reconnaissance guidant mon zèle, je lui offris de faire tous mes efforts pour appuyer une théorie que j'avais adoptée avec une conviction parfaite. Il me parut satisfait de mes dispositions, et dès que j'eus recouvré mes forces, je n'eus rien de plus sacré que de chercher, en

opposant aux déclamations une masse d'expériences nouvelles, à restituer aux animaux cette électricité inhérente naturellement dans leur économie, et dont on les avait presque entièrement dépouillés. Guidé par l'amour de la vérité, et soutenu par l'approbation et les conseils de Galvani lui-même, je vais, avec confiance, vous rendre compte de mes travaux, et les soumettre à vos réflexions.

§ II. A peine l'électricité animale avait-elle pris naissance, et déja l'on commençait à répandre sur elle le soupçon d'un principe extérieur, et dont l'action était déterminée par l'arc ou par les armatures. Galvani chercha, comme nous l'avons déja fait remarquer ailleurs, à l'écarter par différents moyens. En se servant d'un arc isolé, il évita que celui qui faisait l'expérience pût rien communiquer de son électricité aux animaux qui en étaient

le sujet; il priva des grenouilles de toute communication avec les corps environnants; il ne les toucha point avec les doigts, n'en approcha point le scalpel, mais employa des instruments de verre, et d'autres substances idio-électriques, pour découvrir leurs muscles et leurs nerfs: et les contractions eurent lieu comme à l'ordinaire. Galvani poussa l'attention plus loin, il alla jusqu'à vouloir soustraire son expérience à l'action de l'air ambiant. En conséquence il mit dans un vase plein d'huile et les grenouilles et l'arc isolé, et en portant celui-ci des nerfs sur les muscles, il obtint les mouvements musculaires les plus prompts. Cette électricité animale, développée dans un milieu parfaitement idio-électrique, ne pouvait dépendre de l'atmosphère, dont elle était totalement séparée. Tandis que nous nous occupions de ces premiers essais,

Spallanzani vint à Bologne en retournant à Pavie; il vit Galvani à la hâte, lui fit beaucoup de questions sur son nouveau systême, et finit par toucher quelque chose du soupçon d'une électricité provenant du dehors. Après avoir assez disserté l'un et l'autre sur cet objet: « Je suis, dit Spallanzani, tellement frappé de votre expérience de la grenouille plongée dans l'huile, qu'à mon avis rien n'a été jusqu'ici trouvé de plus propre à repousser le doute d'une électricité extérieure. » Je rappelle avec plaisir cette approbation d'un grand homme, dont le suffrage honore la théorie de l'électricité animale, et fait espérer que, si elle peut un jour le voir se livrer avec ardeur aux recherches qu'elle exige, elle trouvera dans la physiologie un nouvel éclat à l'aide d'un aussi brillant génie.

§ III. A ces expériences vinrent

naturellement s'ajouter plusieurs réflexions : comment, et pourquoi, si l'atmosphère était la cause des contractions, verrait-on, par la même électricité qui étend son influence sur un animal, rendre électriques par défaut quelques-unes de ses parties, et quelques autres par excès ? pourquoi l'électricité n'affluerait-elle pas également, quand on couvre l'extrémité d'un arc fort long d'une enveloppe idio-électrique ? enfin pourquoi verrait-on toujours que le même arc tenu par le même homme, dans la même atmosphère, attire tantôt l'électricité la plus faible, capable à peine d'imprimer des mouvements aux cuisses de grenouilles les plus grêles, et tantôt une beaucoup plus abondante, qui produirait des contractions dans les cuisses bien plus volumineuses d'un agneau ou d'un veau? Enfin nous avons pensé qu'il serait avantageux,

Digitized by Google

pour les animaux, d'être doués d'une électricité intérieure, propre à les garantir des injures de l'électricité atmosphérique surabondante. Sans cela, il serait à craindre que dans les orages, les corps humains ne s'emparassent avec trop d'avidité de l'électricité répandue autour d'eux, et n'en fussent quelque jour malheureusement consumés. Voilà sur quoi je réfléchissais en moi-même, tout en cherchant à établir par de nouvelles preuves l'existence d'une électricité résidente dans les muscles des animaux.

§ IV. Quelque capables cependant que fussent ces observations de diminuer, ou même de détruire entièrement le soupçon de l'influence de l'air, beaucoup de personnes croyaient encore avoir à se défier de l'action des métaux. On voyait s'augmenter de jour en jour cette assertion déja si répandue contre l'électricité animale, que

toutes les contractions ne doivent leur origine qu'à celle qui se trouve dans les armatures, et non à aucune vertu électrique résidant intrinséquement dans les animaux. Cependant Carradori, dans des lettres, modéra la vivacité de ses déclamations, parla avec plus de réserve de l'électricité animale, qu'il avait d'abord dédaignée, et alla jusqu'à mettre en avant, pour sa défense, plusieurs observations savantes ; mais bientôt le professeur Volta, fameux par les expériences ingénieuses qui lui sont devenues si familières, vint tout-à-coup élever les doutes les plus graves dans plusieurs lettres qu'il nous a d'abord adressées, et qu'il a ensuite rendues publiques dans le Journal de physique de Pavie: mais toute la force de ces objections ne consiste qu'en ce que l'on est toujours obligé, pour produire une contraction, de se servir de métaux

Digitized by Google

hétérogènes, dont les uns attirent l'électricité, tandis que les autres la donnent, et que l'on n'excite de mouvements musculaires que lorsque la double électricité des métaux se met en équilibre.

§ V. Qui pouvait ne point se laisser séduire par une théorie si simple, et présentée sous des dehors aussi ingénieux? Cependant les expériences de Galvani, et celles que j'ai faites moi-même par la suite, m'empêchèrent entièrement d'y adhérer. On voit en effet, dans les premiers Mémoires de Galvani (comme j'en ai souvent acquis la preuve), que les muscles et les nerfs de grenouille, plongés séparément dans deux vases remplis d'eau, éprouvent constamment les contractions les moins équivoques à l'approche d'un arc métallique. Voilà donc une contraction musculaire déterminée par un seul arc et par un seul

Digitized by Google

métal. Des grenouilles suffoquées dans le vide ou dans un air condensé, et disséquées ensuite à la manière ordinaire, manifestent des contractions sans aucune armature, à la simple communication des muscles et des nerfs par un arc d'argent; et ce n'est pas seulement des grenouilles les plus grandes et les plus fortes qu'on obtient un pareil effet, mais les plus petites et les plus faibles le décident également. Certes, il faut bien alors qu'il n'y ait pas dégagement d'électricité des diverses armatures métalliques, puisque c'est le même arc que l'on applique sur les muscles et sur les nerfs. Si l'on veut, en examinant l'arc dans ses différentes parties, le soupçonner d'hétérogénéité, quelle raison y aurait-il de n'en pas accuser de même tous les autres arcs, avec lesquels on pourrait obtenir les mêmes résultats? et si, après en avoir

employé plusieurs, on en avait trouvé un le moins hétérogène qu'il soit possible, certainement ce ne serait pas dans l'hétérogénéité de la matière métallique, mais dans les diverses parties des animaux, qu'il faudrait chercher le développement et l'action de l'électricité.

Au milieu de ces réflexions, Galvani vint annoncer à notre Académie qu'il avait reconnu des contractions dans des grenouilles nouvellement disséquées, sans le secours de la machine pneumatique, sans armatures d'aucune espèce, et par le simple attouchement d'un arc homogène. Carradori obtint le même résultat dans le cours de ses opérations; il hésita d'abord à admettre ce fait, mais il finit par le regarder bientôt comme constant et assuré. Quoique mes observations soient parfaitement d'accord avec celles de ces physiciens illustres, j'ai

trouvé en outre que l'action de la machine pneumatique, même sans l'addition d'aucune armature, excitait dans les grenouilles une électricité plus abondante.

§ VI. Cependant, afin que la suite de mes expériences vînt toujours d'avantage à l'appui de la doctrine de l'électricité animale, et considérant la difficulté de trouver des métaux solides qu'un chimiste scrupuleux pût reconnaître pour parfaitement homogènes, j'eus recours à un métal liquide, c'est-à-dire au mercure, et je le fis auparavant dépouiller, par tous les moyens connus, des principes étrangers qu'il aurait pu contenir. Pour que le métal pût remplir sûrement les fonctions des armatures et de l'arc qui les joint ensemble, j'ai imaginé plusieurs appareils, qui, quoique tendant tous au même but, ont cependant chacun besoin d'une description particulière,

à cause de leurs usages différents. Deux vases de verre sont placés l'un au-dessus de l'autre (pl. 10, fig 1); le supérieur, qui est rempli de mercure, reçoit la moelle épinière d'une grenouille préparée à cet effet; le fond en est percé d'un trou, que l'on ouvre à volonté, et qui laisse couler le mercure, de manière à toucher dans quelque point les muscles placés au dessous. Quand on établit cette communication, les muscles se contractent: cependant l'arc est de mercure, l'armature en est aussi; l'électricité est la même dans tous les deux; donc on ne devrait attendre aucune action de l'électricité extérieure. Ainsi vous observez une contraction dont on ne peut en chercher la cause dans l'électricité des métaux. Mais le mercure, en tombant, ne tirerait-il pas l'électricité des parois du verre contre lesquels il frappe, de même que la partie

supérieure d'un baromètre brille tout-à-coup d'une lumière électrique, lorsqu'on agite le mercure par la plus légère oscillation ? Ceux qui craignent cet effet de la part du verre n'ont qu'à employer des vases de bois, et ils reconnaîtront aussitôt combien leur soupçon était peu fondé.

§ VII. Dans l'emploi de cet appareil, il faut être en garde contre plusieurs circonstances, qui pourraient faire accuser la machine tandis qu'on ne serait en droit de blâmer que celui qui en dispose avec maladresse. Il arrive, par exemple, que la moelle épinière, à cause de sa légèreté, demeure à la superficie du mercure, tandis qu'elle doit, au contraire, y être plongée. On se servira donc d'un arc de verre ou d'un autre corps idio-électrique, pour la presser de manière à en produire l'immersion totale : sans cette précaution, de fâcheuses anomalies

viendront s'opposer au succès de l'expérience. Pour les écarter encore plus facilement, prenez un syphon de verre (pl. 10, fig. 2) à deux branches, dont l'une soit plus large, et se replie supérieurement au-dedans d'elle-même en forme d'entonnoir terminé inférieurement par une ouverture que l'on puisse fermer à volonté. Versez du mercure par la branche la plus étroite du syphon; il se portera dans la plus large, mais il ne pourra parvenir jusqu'à l'intérieur de sa portion conique, à moins que l'on n'en ôte le bouchon. Après avoir disposé les choses de cette manière, placez dans la branche la plus étroite la moelle épinière d'une grenouille qui plonge dans le mercure, et que ses muscles soient repliés à la surface de la cavité conique, dans laquelle vous laisserez entrer le mercure. Ce fluide, aussitôt en reprenant son équilibre, couvrira les

muscles, et il y aura contraction; car il se formera, de la moelle épinière aux muscles, un arc de mercure propre à les exciter promptement.

§ VIII. Mais, pour arriver à l'expérience proposée de la manière la plus simple, voici le procédé facile que j'ai mis en usage. Prenez un vase de verre rempli de mercure (pl. 10, fig. 8.), sur lequel surnagent les muscles d'une grenouille préparée, et que la moelle épinière soit suspendue à un fil de soie, à quelque distance de la superficie du métal, de sorte qu'on puisse l'en approcher à volonté en laissant descendre le fil. Lorsque vous produirez ce contact, il y aura une contraction qui ne manquera jamais, si l'on substitue au mercure une plaque d'or ou d'argent; ce métal néanmoins semble un peu inférieur à l'or dans la propriété de conduire l'électricité animale. Ces phénomènes

ont lieu, non-seulement sur une grenouille entière, mais encore sur celle qu'on a longitudinalement divisée en deux portions égales, et qui, au moment où elle atteint le mercure par la méthode que nous venons de décrire, se contracte avec véhémence. Quand je soumis ces expériences à l'examen de Galvani, auquel je faisais part de tous mes travaux, il me témoigna du regret de voir qu'elles n'avaient encore été entreprises que sur des grenouilles, et m'engagea vivement à les recommencer sur des animaux à sang chaud. A l'instant il lui fallut subir la peine de cette plainte, dictée par l'amitié; car, comme ce genre d'expérience exigeait toute l'adresse du disséqueur, j'eus recours à Galvani lui-même, comme si d'ailleurs l'électricité animale, sollicitée par ses propres efforts, devait être moins difficile à se montrer. Ainsi je soutiens avec la

main, dans une position verticale, la jambe disséquée d'un poulet ou d'un agneau, de manière que les muscles, mis à découvert, communiquent avec le mercure; puis j'élève le nerf crural, qui n'est garni d'aucune armature; et l'abandonnant à lui-même, il touche librement la superficie du métal: je vois s'opérer alors des tremblements et des contractions violentes dans toute la jambe; le même effet ne manque jamais d'avoir lieu, si je fais usage de l'appareil décrit ci-dessus (pl. 10, fig. 2.) Voilà les essais que j'ai tentés sur des animaux à sang froid et à sang chaud.

§ IX. Je n'ignorais pas, en les publiant, que des physiciens attribueraient les contractions obtenues à une action stimulante de mercure sur la moelle épinière, ou à une électricité communiquée par les corps environnants, plutôt qu'à l'électricité

propre des animaux. C'est pour cela que je proposerai volontiers à ceux qui partagent cette opinion, de soutenir verticalement avec la main l'extrémité des cuisses d'une grenouille, et de ne presser sur la surface du mercure que la seule moelle épinière ; ils n'auront jamais de contraction, tant que les muscles ne toucheront point aussi le mercure. Qu'ils plongent encore, s'ils veulent, la moelle épinière, dans de l'eau salée ou dans du vinaigre, la contraction manquera très-souvent, quoique sollicitée par une puissance mécanique, et bien que l'acide soit très-propre à faire les fonctions de stimulant. On voit que, dans le syphon dont nous avons fait usage ailleurs (pl. 10, fig. 2.), il n'y a aucun effort, et l'on n'y découvre que le léger mouvement d'oscillation dont le fluide a besoin pour se remettre en équilibre. Enfin nous avons observé que les deux vases

étant remplis également de mercure, si l'on ôte le bouchon, de manière que le fluide en tombant ne frappe point les muscles, il s'opère néanmoins une contraction, ce qui doit être une preuve nouvelle que l'effort mécanique n'y prend aucune part.

§ X. Mais qu'avais-je à craindre de ces excitateurs, ayant déja reconnu, par l'expérience, que, dans bien des cas, l'effort le plus violent sur les muscles et les nerfs, ne produit aucune contraction? J'ai fait des essais sur des animaux morts, non pas dans le temps où ils possédaient encore une irritabilité vive et brillante, mais lorsque, languissante, elle commençait à s'éteindre : les aiguilles, les acides, les stimulants les plus actifs, ne pouvaient plus la ranimer; elle paraissait tout-à-fait détruite. J'ai cependant vu dans les animaux à sang chaud et à sang froid, pourvu que l'expérience ne se

fit pas au-delà d'un certain temps, j'ai vu, dis-je, l'irritabilité, indépendante de tout effort mécanique, obéir constamment à la puissance de l'arc, et les mouvements décidés uniquement par la tendance du fluide animal à l'équilibre. Quant aux grenouilles, comme elles sont plus commodes pour les expériences, je les ai soumises à un plus grand nombre de stimulants mécaniques : je plongeais dans les acides la moelle épinière ou les nerfs, je les perçais avec une aiguille, je coupais les nerfs, quelquefois même je retirais du canal vertébral toute la substance médullaire, et tout cela n'opérait aucun mouvement. Eh bien! ces mêmes nerfs, ces mêmes muscles, qui avaient soutenu les attaques de stimulants si variés, se contractaient subitement à l'approche de l'arc et des plus petites armatures. Je me réserve d'étendre davantage ces détails

lorsqu'une occasion plus convenable se présentera de comparer le pouvoir des excitants hallériens avec les effets du galvanisme.

§ XI. Après avoir détruit toute action de la part des excitateurs, écartons maintenant le soupçon d'une électricité extérieure. Prenez un cylindre de verre qui se termine par un col, et mettez-y une grenouille disséquée à l'ordinaire avec une petite quantité de mercure ; inclinez le cylindre, en sorte que le mercure en occupe la partie inférieure, et présente aux muscles une armature qui leur soit très-appropriée ; que l'extrémité du col du cylindre soit fermée hermétiquement à la lampe de l'émailleur : il ne restera plus aucune communication entre la grenouille enfermée et l'air extérieur. Actuellement si l'on donne au tube une position telle que le mercure touche en même temps le muscle

et la moelle épinière; l'arc ainsi formé, il y aura certainement contraction. Si vous répétez la même expérience avec le tube plongé dans l'huile, la contraction sera également déterminée; mais il faut alors, avec un fil de soie, détourner un peu le tube de verre de sa position, afin de pouvoir à volonté faire couler le mercure, de manière qu'il soit établi un arc entre les nerfs et les muscles.

§ XII. Il n'est pas permis, dans ce cas, d'attribuer les mouvements que l'on a obtenus à l'arc ou aux armatures, qui, étant formés de mercure seul, ne peuvent produire une double électricité nécessaire pour exciter la contraction. Et quand même nous voudrions, en forgeant les suppositions les plus absurdes, accorder au mercure seul une double électricité, on ne pourrait en attendre qu'une seule contraction, et non pas toutes celles

qui la suivent. Car, lorsque les corps inorganiques se sont une fois déchargés de leur électricité naturelle, et qu'ils ne peuvent en puiser de nouvelle dans les corps qui les environnent, ils n'ont aucun moyen de réparer la force qu'ils ont perdue; mais cette puissance créatrice, dont sont privés les corps inerts, l'on ne s'étonnera point de la trouver dans les parties animales, tant qu'elles restent douées d'un principe de vie. D'ailleurs il n'y a pas le plus léger doute à élever sur la transmission d'une électricité extérieure, soit du tube de verre qui reçoit le mercure, soit de l'atmosphère environnante, et séparée de la moelle épinière par une triple barrière de corps idio-électriques; savoir, l'air, le verre et l'huile. J'ai vainement tâché de simplifier le procédé déja exposé; j'ai répété l'expérience précédente, en plongeant une grenouille disséquée dans

l'huile, et en approchant des armatures un arc isolé. J'ai obtenu quelquefois les contractions ; mais j'ai toujours été forcé d'en revenir à ma première méthode par d'inévitables anomalies; entre autres inconvénients, il arrivait que l'huile, en adhérant à l'arc et aux armatures, s'opposait à une communication immédiate entre eux.

§ XIII. En publiant ces détails, je prévoyais sans peine que les partisans de l'électricité provenante des métaux me presseraient toujours vivement sur ce que, soit en faisant usage d'armatures pour obtenir des contractions, soit en les proscrivant, j'employais toujours l'arc, qui est lui-même une armature. Je ne nierai point sans doute que les métaux n'aient, dans ces cas, facilité le développement de cette électricité animale, que la nature si féconde, peut d'ailleurs par d'autres moyens

reproduire avec une variété sans bornes; mais, au lieu de regarder les substances métalliques comme la cause des contractions dans les animaux, je persisterai toujours à les envisager seulement comme une condition favorable à la manifestation de l'électricité qu'ils recèlent. Car, si vous avez besoin d'armatures pour électriser les corps idio-électriques, vous n'attribuerez pas pour cela à l'arc ou aux armatures, la commotion produite par la bouteille de Leyde. En effet, le carreau magique-électrique, ou la bouteille de Leyde, contiennent encore beaucoup d'électricité après que les armatures ont été déchargées. Electrisez une bouteille de Leyde remplie d'eau, videz-la ensuite, et de rechef remplissez-la d'une eau qui ne soit pas électrisée: au moyen de l'arc, vous mettrez en communication les deux surfaces opposées, vous ressentirez la commotion.

Cette expérience très-simple s'accorde avec beaucoup d'autres faites précédemment par Wilson, Tibérius Cavallo, et plusieurs autres physiciens. Les armatures servent donc puissamment à attirer et à accumuler l'électricité dans les corps; mais ce ne sont pas elles qui leur fournissent celle qui s'y trouve rassemblée.

§ XIV. Si vous admettez dans l'électricité ordinaire, les raisonnements que nous venons d'exposer, il n'y a pas de motif pour les rejeter dans les phénomènes de l'électricité animale; car nous voyons la contraction dans les animaux, comme l'explosion dans le carreau magique, ou dans la bouteille de Leyde. C'est pourquoi, afin de démontrer que l'action des métaux était absolument nulle, on a employé d'abord les ressources de la physique, ensuite les simples forces de la nature, pour mettre en

équilibre l'électricité des deux armatures et celle de l'arc. Un homme isolé, tenant à la main un arc métallique et une grenouille disséquée, garnie d'armatures hétérogènes, était chargé d'électricité, avec tout ce qui lui appartenait. Voilà un homme devenu électrique par excès, ainsi que la grenouille, les armatures et l'arc. Dans cette expérience, tout ce qu'il y a de métallique ayant son électricité en équilibre, ne peut produire de contraction ; donc, si vous en observez au simple attouchement de l'arc sur les armatures, on ne peut l'attribuer à l'électricité extérieure, mais seulement à celle qui est dans la grenouille. Or, les contractions disparaissent, si vous ne touchez que l'une ou l'autre des armatures ; elles reviennent aussitôt si vous les faites communiquer au moyen de l'arc : ce qui démontre bien la grande puissance de celui-ci pour

faire sortir l'électricité qui existe dans les corps. Ce ne serait pas être constant dans ses principes que de chercher dans l'électricité communiquée par l'homme isolé la cause des contractions observées ; car alors ce serait accorder à l'homme l'électricité animale, que l'on refuse à la grenouille : opinion absolument insoutenable sous tous les rapports. Mais enfin, puisqu'il s'agissait de détourner le soupçon d'une électricité communiquée, il fallait que les expériences fussent absolument exemptes de toute influence d'électricité artificielle.

§ XV. Ainsi l'on rappelle l'équilibre dans les armatures, en les appliquant l'une à l'autre. Cette manière simple d'opérer est empruntée des physiciens, qui, lorsqu'ils veulent rétablir l'équilibre, ont coutume d'appliquer les corps électrisés par excès à ceux qui le sont par défaut. Plongez dans

l'eau la moelle épinière d'une grenouille privée de toute espèce d'armature, et étendez les muscles sur un plan idio-éleçtrique: le vase doit représenter, en quelque sorte, un syphon par l'addition d'un tube étroit, au moyen duquel il puisse recevoir la moelle épinière, non pas surnageant au fluide, mais en étant recouverte entièrement. Je fus satisfait de voir combien une telle manière de procéder était convenable à mes vues. Laissez flotter au-dessus de l'eau, mais un peu loin de la moelle épinière, une feuille d'étain ; touchez, d'une main légèrement mouillée d'eau, les muscles, de l'autre, la feuille d'étain avec un arc d'argent, vous aurez une contraction subite. La constance de ce phénomène me frappa tellement, que je ne pus m'empêcher de raisonner ainsi : il s'opère un mouvement musculaire là où la grenouille ne touche rien de

métallique ; car tout ce qui est métal est éloigné de la grenouille ; et si ce métal avait par lui-même une électricité différente, elle se mettrait en équilibre. Je ne vois donc rien d'emprunté au dehors, qui ait pu produire la contraction dans la grenouille ; et quoique les métaux viennent à se toucher en s'équilibrant, et que ce contact soit immédiatement suivi d'une contraction, on ne doit en concevoir aucune crainte de communication d'une électricité extérieure. Ceci est victorieusement prouvé par les métaux eux-mêmes mis en équilibre avant la contraction. Qu'une des mains légèrement mouillée, touche les muscles, et que l'autre, tenant une pièce d'or couverte en partie de la feuille d'étain, la plonge dans l'eau, il y aura contraction rapide. Cependant les deux métaux étaient en équilibre avant elle ; ainsi ils ne peuvent réclamer aucune

part dans la contraction, qui, par conséquent n'a dû avoir lieu qu'au moyen d'une électricité intérieure. Si vous substituez à l'eau commune de l'eau salée, du lait, du petit-lait ou du sang, la contraction se manifestera pareillement. Il en sera de même si vous employez un morceau d'argent, de fer ou de laiton couvert d'étain. L'étain cependant, avant la contraction, était en équilibre avec les autres métaux, et l'effet n'en a été nullement troublé. Il n'est pas nécessaire non plus de toucher les métaux avec la main; car, si quelqu'un approche de ses lèvres ou de l'extrémité de sa langue la feuille d'étain, et qu'un fil d'argent s'étende depuis l'étain jusqu'à la moelle épinière, entièrement dépourvue d'armature métallique, la contraction sera évidente toutes les fois que la main mouillée complétera l'arc en s'appliquant aux muscles.

§ XVI. Toutes nos recherches ont été jusqu'ici dirigées vers les mouvements musculaires : qu'il nous soit donc maintenant permis de les porter quelques instants du côté des sensations. Au moyen d'une machine électrique ordinaire, chargez d'électricité un homme isolé, et qu'il approche l'arc d'argent de la pointe de sa langue couverte avec la feuille d'étain : cette augmentation de fluide électrique rendra les armatures et l'arc électriques au même degré. On ne pourra donc pas supposer que l'une des deux armatures soit positive et l'autre négative, et l'on ne devra s'attendre à aucun passage d'électricité, à aucune saveur qui en soit l'indice; cependant alors même la langue a été frappée d'une saveur acide : ce n'est donc ni l'arc, ni les armatures qui l'ont produite ; mais l'électricité naturelle des muscles et des nerfs. Ainsi la nécessité

Digitized by Google

d'un arc interne, qui s'annonce dans les phénomènes précédents : appuie l'action d'une électricité résidante; car, pour frapper le goût par l'électricité animale, il ne suffit pas d'approcher l'extrémité de la langue de métaux différents ; mais il faut encore former un arc vers les muscles de la langue, ou vers d'autres plus éloignés. Après avoir fait, pour la première fois, ces expériences, j'ai eu la satisfaction d'apprendre que Volta * les avait confirmées

* Le professeur Volta, en m'informant par ses Lettres qu'il avait répété de mes expériences, ajoute : « La plus facile et la meilleure manière de faire cette « expérience, est de plonger en grande partie un « plat d'argent dans un seau, ou un vase de verre « plein d'eau ; de s'appliquer ensuite au bout de la « langue une petite feuille d'étain, qui, par une ex- « trémité sortant de la bouche, se mettra en contact « avec le bassin d'argent, soit d'une manière immé- « diate, soit au moyen d'un troisième métal quelcon- « que ; alors il faudra plonger la main dans l'eau,

et enrichies de nouvelles observations; car ce que j'avais obtenu dans l'eau, il l'a rencontré de plusieurs manières dans le charbon et dans les métaux.

§ XVII. L'expérience suivante prouvera, je crois, que les phénomènes rapportés plus haut proviennent tous de l'arc interne. Que d'une main mouillée on approche de l'extrémité de la

« même avec le mètal, si l'on veut sentir la saveur « acide se développer d'une manière graduée et brusque- « ment pour en recevoir l'impression subite. Au défaut « du plat d'argent, une cuiller de même mètal à moitié « dans l'eau, pourra, si elle est d'une grandeur suffi- « sante, déterminer le même effet, à-peu-près dans « une égale intensité : au contraire, un fil d'argent « employé de la même manière, ne donnera naissance « qu'à une saveur très-légère. Si le vase qui renferme « l'eau est d'argent, le plat et la cuiller sont égale- « ment superflus, ce vase lui-même étant alors l'ar- « mature la plus convenable du liquide; il suffira « d'y plonger la main, et de mettre en contact le « vaisseau avec la feuille d'étain appliquée à la langue, « pour sentir une saveur très-vive. »

langue un arc métallique ou un charbon recouvert avec de l'étain et non isolé, la sensation de la saveur acide, que l'on ne pouvait auparavant obtenir, se produira sur-le-champ. Cependant la même expérience présente des deux manières des armatures différentes mises en contact, et ramenées à l'équilibre ; pourquoi donc le résultat de l'expérience n'est-il pas le même? car, lorsque le charbon ou les métaux touchent la main humide, il se fait une circulation rapide et continuée des muscles éloignés aux nerfs de la langue, qui, se trouvant interrompue par l'interposition du corps idio-électrique, ôte toute espèce de sensation de saveur. Il reste donc bien établi que, pour exciter les sensations du goût, il faut encore, outre l'attouchement des armatures extérieures, un arc interne qui remette en équilibre l'électricité animale. Carradori a justifié

mes observations d'une manière décidée *, lorsque, cherchant à exciter en même temps dans deux hommes la sensation du goût, il a reconnu qu'il fallait absolument former entre eux un arc, soit par la jonction de leurs mains, soit en humectant le sol sur lequel ils étaient placés.

§ XVIII. Le célèbre Volta m'avait invité, par ses lettres, à essayer d'ob-

* De la même manière qu'en opérant sur deux grenouilles, dont les nerfs cruraux sont également découverts, mais dont un seul est armé, la contraction s'excite dans toutes deux, quand on établit un conducteur entre l'armature de l'une et le nerf de l'autre; de même j'ai observé que l'on peut faire éprouver à deux personnes à-la-fois la saveur alkaline et la saveur acide, quand on couvre la langue d'une feuille d'étain chez l'une, et d'une lame d'or ou d'argent chez l'autre, et que l'on fait communiquer les armatures. Mais il est nécessaire que les deux personnes aient déja entre elles quelque communication; il suffit pour cela que le sol soit humide, et leurs chaussures un peu mouillées.

tenir des contractions sans employer absolument aucun métal : il me vantait beaucoup le charbon dont il avait fait usage le premier, comme d'une armature excellente pour l'électricité animale. Je n'eus donc rien de plus pressé que de répéter les procédés divers exposés plus haut, ayant grand soin d'en écarter toute substance métallique. J'y fus encouragé par le professeur Laghi, qui, dans des vues d'intérêt public, ayant présenté à notre accadémie l'analyse du bois bitumineux du pays, voulut que ses procédés chimiques fussent ouverts à mes recherches. Il fut démontré constamment que presque tous les charbons non fossiles des végétaux fournissaient la plus excellente armature, et, lorsque je m'en servais, je n'avais certainement pas lieu d'en regretter de métalliques. C'est pourquoi, dans l'expérience de Galvani, que l'on appelle le *carillon*

animal, on a substitué avec avantage une plaque de charbon à une d'argent; les arcs de métal ont aussi fait place à ceux de charbon. Tous ces phénomènes ont été produits par le charbon végétal ordinaire : au contraire, on n'a pu les obtenir avec la houille de notre pays, ni avec celle d'Angleterre. J'ai employé les divers éléments tirés des cendres de notre charbon fossile, savoir, de l'acétite de chaux, de la terre silicée à demi-vitrifiée par le secours de la potasse, enfin de la terre argileuse : mais toutes ces substances n'ont produit qu'une armature absolument sans effet pour l'électricité animale. Les cendres de notre charbon fossile et de celui d'Angleterre n'ont pas réussi davantage.

§ X I X. Dans tous ces résultats je ne vois rien qui ne soit parfaitement d'accord avec la théorie de l'électricité générale; car le bitume, naturellement

combiné dans le charbon devenu fossile, lui ôte toute faculté de servir de conducteur à l'électricité animale. L'évènement a confirmé cette conjecture; car j'ai employé, après les avoir fait brûler, des charbons fossiles, tant de notre pays que d'Angleterre, et ils ont présenté aussitôt une armature d'un excellent usage, parce que l'action du feu avait enlevé au charbon les principes idio-électriques qui arrêtaient auparavant la circulation de l'électricité animale. Au milieu de ces opérations, il survint un phénomène qui fit singulièrement éclater le caractère de l'électricité; car ayant placé sous la moelle épinière des charbons fossiles brûlés, et ayant formé un arc des muscles aux charbons, je vis la contraction se manifester constamment à certains points déterminés, tandis que toujours elle se refusait dans d'autres : ce qui tenait à ce

que, dans le même charbon, l'action du feu avait rendu certaines parties propres à servir de conducteur, et que d'autres, chargées d'un principe bitumineux plus abondant, étaient restées dans leur premier état d'idio-électricité. Ainsi, quoique les charbons fossiles puissent devenir propres à faire des conducteurs, il sera toujours vrai que les charbons ordinaires doivent avoir la préférence. De-là naquit l'espoir de ramener toutes les contractions aux méthodes que j'ai rapportées, en n'employant que des armatures de charbon, et écartant toute espèce d'arc métallique. Des grenouilles extrêmement vigoureuses furent soumises à une nouvelle épreuve, et l'on choisit à dessein dans un grand tas de charbon, celui qui parut le plus propre à transmettre l'électricité animale : on peut juger, tant par les observations intéressantes de Tibério

Cavallo, que par ce que nous avons établi ci-dessus, quel soin il faut apporter à ce choix. On couche donc dans le charbon les muscles d'une grenouille disséquée; et la moelle épinière, sans armature, est suspendue à un fil de soie, de manière qu'en la baissant à volonté elle touche le charbon. Lorsque j'employais dans l'expérience des grenouilles vigoureuses, la contraction était vive et rapide : ce que Galvani lui-même confirma ensuite par ses observations. Ainsi voilà une contraction produite sans le secours d'aucun métal; comment donc pourriez-vous invoquer le pouvoir des métaux, en ne vous servant que de corps d'une nature très-différente? Si la moelle épinière, ou les muscles seuls communiquent séparément avec le charbon, la contraction manque absolument; ce qui fait bien voir que, pour l'obtenir, il faut que l'arc et les arma-

Digitized by Google

tures soient également formés de matières charbonneuses. Cette expérience a mis le terme aux travaux que je m'étais proposés ; il ne me reste donc plus qu'à rassembler en peu de mots tout ce que l'on peut déduire des faits que j'ai présentés en détail.

§ XX. D'abord il est constant que 1.° l'emploi des métaux différents n'est pas nécessaire pour opérer des contractions ; un seul suffit à cet usage : l'argent et l'or sur-tout sont à préférer pour exciter les animaux les plus robustes.

2°. S'il reste quelque soupçon d'hétérogénéité sur les métaux solides, on l'écartera facilement en se servant de mercure rectifié par les procédés chimiques.

3.° On produit une contraction lorsque l'une des armatures et l'arc sont de mercure, et que ce métal coulant ne touche point les muscles:

Digitized by Google

en conséquence on n'est pas autorisé à recourir à l'action d'un stimulant, que beaucoup d'expériences ont démontrée nulle.

4.° Quand l'électricité externe des armatures et de l'arc équilibré naturellement, ou par des procédés artificiels, est incapable de déterminer aucun effet, il se développe néanmoins une électricité animale qui commande les contractions.

5.° Enfin il paraît qu'il ne peut rester aucun soupçon de l'électricité des métaux, quand les arcs et les armatures sont de charbon; car, puisque vous n'employez rien de métallique, vous ne pouvez pas attribuer aux métaux le développement de l'électricité animale.

Tels sont les travaux auxquels je me suis livré pour confirmer l'existence d'une électricité inhérente aux animaux, résultante de leur organisation,

et entièrement indépendante de l'empire des métaux. Si je me suis rapproché du but honorable que je m'étais proposé, je croirai avoir bien mérité et de la science elle-même et des hommes illustres qui la cultivent.

Mais, si le succès a trompé mon espoir, on pardonnera aux efforts que j'ai dû tenter pour repousser les attaques dirigées contre une doctrine nouvelle, dont notre Académie a été le berceau, et dont ma famille a vu dans son sein se former le premier germe.

De toutes les questions auxquelles le galvanisme a donné naissance, aucune n'avait autant agité les savants, aucune n'avait élevé, à l'époque où j'écrivais le Mémoire précédent, de si vives et aussi longues discussions que celle de savoir si les métaux homogènes, employés comme armatures des nerfs et des muscles, étaient susceptibles de décider des contractions. Trop long-temps les assertions hypothétiques, les opinions vagues et particulières, s'étaient arrogé le droit de donner des solutions diverses

à cet important problème. Peut-être les expériences que j'ai consignées dans ce Mémoire, auront-elles contribué à établir la vérité sur des bases certaines. Voici comment le célèbre Humboldt s'exprime à cet égard, en m'accordant au reste des éloges bien supérieurs à tous mes travaux. Ce morceau pouvant intéresser les amis de la Science, je me détermine à le transcrire, malgré ce qu'il m'en coûte pour rapporter des expressions très-flatteuses, que je me crois loin de mériter.

« Aldini, à Bologne, a ouvert une route plus « sûre : il a fait connaître ses expériences avec « le mercure ; et il a surpassé tous ceux qui « l'avaient précédé dans la même carrière par « la variété, par la délicatesse de ses expérien- « ces, et par la méthode ingénieuse qu'il a « adoptée. Mais ses résultats tendant à ren- « verser une théorie généralement reçue, et à « laquelle on était fortement attaché, il eut le « sort de tous les savants en pareil cas ; on nia « les faits qu'il rapportait, on l'accusa d'erreur.

« Volta répondit aux expériences faites avec « le mercure, qu'il y a une grande différence « entre la surface de ce métal et l'intérieur de « sa masse, parce que la surface s'oxide par le « contact de l'air atmosphérique ; qu'en consé- « quence, dans l'expérience d'Aldini, l'arc con-

Digitized by Google

« ducteur n'est homogène qu'en apparence, les « organes étant plongés à différentes profon« deurs; que d'ailleurs le mercure produit un « choc dans ces essais, et que ce choc n'étant « pas le même aux deux extrémités de l'arc, il « en résulte un développement inégal de l'élec« tricité. Les antagonistes d'Aldini n'opposent « donc aux phénomènes qu'il a décrits, que des « réfutations hypothétiques ; on pourrait leur « répliquer de même; mais comme il vaut beau« coup mieux recourir aux expériences en phy« sique, je me suis occupé de recherches pro« pres à dissiper tous les doutes.

« J'ai purifié le mercure par tous les moyens « connus: une grande quantité fut versée dans « trois vases de porcelaine, et comme je compris « que, si je faisais plusieurs expériences avec la « même quantité de mercure, on objecterait « qu'il était salé par le contact des substances « animales, je ne fis qu'une seule expérience « avec le mercure de chacun des vases.

« Je préparai plusieurs cuisses de grenouilles, « de manière qu'une portion du nerf crural, « et un morceau de muscle de même longueur « fussent pendants. J'assujettis horizontalement « un tube de verre au-dessus d'un vase conte« nant du mercure; je plaçai autour de ce tube « deux fils de soie, avec lesquels je suspendis « la cuisse de manière à pouvoir faire descendre

« à volonté le nerf et le muscle. J'approchai « la cuisse à deux lignes du vase, et j'allongeai « ensuite le fil assez pour que le nerf touchât « la superficie du métal. Il n'y eut point alors « de contractions; mais, dès que le muscle fut « mis en contact par l'allongement du fil de soie, « tout le membre éprouva une secousse con- « vulsive.

« Le muscle et le nerf, dans cette expérience, « ne touchaient le mercure qu'à sa superficie; « ils n'étaient nullement plongés dans ce métal, « et on avait eu soin d'effectuer l'abaissement « si doucement, qu'il était impossible de soup- « çonner qu'il y eût un choc, comme dans l'ex- « périence où Aldini avait fait couler du mer- « cure à l'aide d'un syphon. Ce qui est encore « plus décisif, c'est qu'ayant posé sur le mer- « cure deux morceaux de chair musculaire, à- « peu-près d'une ligne et demie d'épaisseur, dès « que le nerf et le muscle venaient à les toucher, « la cuisse se contractait fortement; si au con- « traire on avait couvert le mercure de petits « morceaux de papier sec, il ne se manifestait « pas de mouvements galvaniques, lors même « qu'on occasionnait un choc très-fort entre « les parties animales et le métal. — *Humboldt*: *Expériences sur le galvanisme, traduites par Jadelot*. Paris, 1799, chap. III, pag. 37.

EXTRAIT

De quelques expériences sur l'électricité animale, publiées à Bologne en 1794.

§ I.er Les notions que j'ai données dans mon dernier ouvrage, concernant les effets du galvanisme dans le vide et la célérité de sa propagation, peuvent se lier avec les expériences faites autrefois : je crois par conséquent utile de les rapporter ici comme un développement ultérieur, propre à confirmer les idées déja exposées à cet égard. Le célèbre Moscati avait examiné dans l'air libre l'électricité de quelques animaux suffoqués auparavant dans le vide; mais il n'avait pas essayé l'électricité animale, en la faisant développer et mettre en

Digitized by Google

équilibre dans le vide même. Cet examen exigeait des appareils adaptés à la nature des expériences.

§ II. Je me suis servi, pour remplir ce but, d'un vase de verre, garni à sa partie supérieure d'une tige de métal que l'on hausse ou baisse à volonté (pl. 10, fig. 6). Dans l'intérieur du récipient on attache à l'extrémité de la tige et à angle droit, un fil de métal, dont un bout soutient une grenouille suspendue par ses muscles, et l'autre une petite chaîne de métal un peu plus longue que la grenouille : on place sous l'appareil une plaque d'argent. Après avoir soutiré l'air de la cloche autant que possible, on baisse la tige de métal, en sorte que la chaîne métallique, et ensuite la moelle épinière de la grenouille, garnie d'une armature d'étain, touchent l'argent employé à faire dans le vide l'office d'un arc. Le développement de l'élec-

tricité animale a toujours été le même qu'à l'air libre; toutes les fois que l'on a formé un arc, baissant la tige, il y avait des contractions dans la grenouille.

Cette méthode a démontré facilement ce que peut une petite différence des contacts pour exciter des convulsions musculaires. Car , lors même que la chaîne et l'extrémité de la moelle épinière touchaient la plaque d'argent, si l'on dérangeait tant soit peu l'arc établi, en remuant la tige, il s'excitait de nouvelles contractions. Ce genre d'appareils a été très-commode pour faire dans le vide les mêmes expériences que Galvani avait opérées dans l'air libre.

§ III. Il était difficile de distinguer avec certitude si les contractions étaient plus vives dans l'air raréfié que dans l'air libre: la différence de l'électricité respective était si petite, que

l'on ne pouvait pas distinguer tout de suite de quel côté elle était plus forte. J'ai donc voulu éclaircir ce doute par de nouvelles expériences. J'ai coupé par le milieu une grenouille préparée, et, au moyen de la machine dont j'ai donné la description, j'en ai plongé une partie dans le vide. Au bout de quelque temps je l'ai comparée avec celle qui n'avait point été exposée à l'action du vide, celle-ci produisait, à l'attouchement de l'arc, des contractions plus fortes, tandis que la première en donnait de plus faibles : ce qui prouve évidemment une perte d'électricité occasionnée par le vide ; et comme les parties musculaires et nerveuses soumises à l'expérience appartenaient à la même grenouille, on voit bien que toute la différence ne venait que de la seule action du vide.

§ IV. Il n'y a personne qui ne sache

que le vide attire un peu d'électricité ; ainsi on ne doit pas être surpris s'il y a quelque déperdition dans l'électricité animale. L'analogie de l'électricité commune me guida à des expériences comparatives. Je pris deux bouteilles de Leyde, garnies de la même armature, et je les chargeai d'une dose égale d'électricité ; l'une des deux bouteilles était dans l'air libre, l'autre sous le récipient de la machine pneumatique. Ayant vidé l'air, je sortis la bouteille, et je la déchargeai avec un arc de métal : elle ne donna plus qu'une faible étincelle, tandis que l'autre bouteille présentait encore une électricité très-forte. Je chargeai de nouveau deux bouteilles de Leyde avec la même force, marquant le même degré à l'électromètre : l'une des deux, placée pendant une demi-heure sous le récipient de la machine pneumatique, et retirée ensuite,

ne donna qu'une étincelle faible et presque nulle, tandis que l'autre bouteille, placée hors de la machine, avait encore beaucoup d'électricité. Si la bouteille fût restée plus long-temps sous la machine, on y aurait vu l'électricité totalement éteinte, pendant qu'elle se serait conservée dans celle qui était au-dehors.

§ V. Je n'ai rien négligé dans cette expérience, pour marquer avec la plus grande exactitude les variations produites par le vide. Un grand récipient couvrait la bouteille de Leyde placée dans le milieu ; à quelque distance des parois ce récipient de verre s'adaptait exactement au plateau de la machine pneumatique, et ne laissait aucun passage à l'air extérieur, sans interposer des cuirs mouillés, afin que l'on ne pût pas soupçonner que la vapeur de l'eau s'élevant dans le vide par la soustraction de la pression de l'air, ne fît

l'office d'un arc. Pour que l'électricité ne se remît pas sur-le-champ en équilibre, les conducteurs des bouteilles finissaient en boules: sans cette précaution, l'électricité se serait bientôt évanouie. J'ai préféré cette forme pour augmenter la difficulté de l'électricité à reprendre son équilibre, et imiter davantage l'adhésion intime de l'électricité animale aux animaux eux-mêmes.

§ VI. Après avoir bien constaté que l'électricité animale se produit dans le vide, j'ai recherché si cette électricité, excitée hors du vide, et conduite dans le récipient pneumatique, pourrait franchir une petite distance dans le vide même. Que la tige de métal soit à la plus petite distance du plateau de la machine pneumatique (pl. 10, fig. 7); placez au-dehors un membre de poulet ou d'agneau disséqué comme à l'ordinaire, et dont les muscles commu-

Digitized by Google

niquent au moyen de la petite chaîne de métal avec le plateau de la machine, et le nerf armé avec la tige métallique par le moyen d'un arc isolé; baissez la tige après avoir fait sortir l'air, et approchez-la peu-à-peu du plateau qui est au-dessous, sans cependant qu'ils se touchent : vous n'aurez jamais de contractions; mais il s'en manifestera aussitôt, si l'on met la tige en contact réel avec le plateau. Ainsi l'électricité animale ne peut franchir le plus petit espace dans le vide, et c'est en cela qu'elle prend le caractère de l'électricité artificielle, qui ne peut pas circuler facilement, à moins qu'elle ne traverse immédiatement d'excellents conducteurs; car une très-petite quantité de vapeur électrique rassemblée dans une bouteille de Leyde, ne peut pas passer à travers des corps moins propres à la transporter. C'est ainsi que nous voyons

que l'électricité ordinaire passe paisiblement au travers de l'eau, prise séparément; mais si elle doit traverser deux conducteurs métalliques placés à peu de distance, elle éprouve une telle difficulté à passer dans l'eau, que le vase de verre, qui la contient, est souvent brisé. En effet, si une forte étincelle électrique, en passant d'un conducteur de métal à l'autre, rencontre de l'eau dans son passage, l'effort produit en cette occasion, est si violent, qu'il se forme une véritable explosion. Donc, pour que l'électricité passe par divers corps déférents, il faut qu'elle soit en assez grande quantité pour surmonter tous les obstacles produits par les plus petites variétés de la conductibilité des substances qu'elle doit traverser; et par conséquent on ne doit pas s'étonner de ce qu'une faible électricité animale ne puisse franchir le moindre espace dans

le vide. Suivons maintenant d'autres phénomènes qui regardent la production de l'électricité animale dans la machine pneumatique.

§ VII. Posez (pl. 10, fig. 9.) dans un récipient de terre, et dans une position horizontale, une grenouille disséquée, garnie de deux armatures; alors, à l'aide d'une tige, abaissez l'arc de manière qu'il touche les armatures sans toucher la grenouille : jamais la contraction ne manque de se manifester; il n'est pas même difficile d'exciter dans le vide, avec quelque industrie, une espèce de *carillon animal.* Mettez (pl. 10, fig. 5.) sous un récipient de verre une plaque de métal horizontale, sur laquelle il y ait une lame qui, moyennant l'action de la tige verticale mobile, retienne une cuisse d'une grenouille, ou la laisse tomber à volonté : après avoir disposé ainsi l'appareil, placez une grenouille disséquée,

dont une cuisse soit fixée par la tige, sur la plaque métallique ; que la moelle épinière, garnie d'une armature d'étain, soit appuyée sur la plaque d'argent ; tournez la tige métallique de manière que la cuisse de la grenouille puisse descendre librement: alors cette cuisse, abandonnée à elle-même, tombera sur le plateau, et il se formera un arc, des nerfs aux muscles, qui produira des contractions musculaires, répétées en proportion de la vitalité de la grenouille.

§ VIII. Jusqu'ici ce ne sont que des grenouilles mortes qui ont soutenu l'action du vide ; considérons-les maintenant dans l'état de vie. J'ai placé (pl. 10, fig 4.) une feuille d'étain sur le dos d'une grenouille attachée par un fil de soie à une plaque d'argent ; deux fils métalliques de différentes longueurs, abaissant la tige dans la cloche de verre, touchaient la plaque

d'argent et l'armature d'étain: cet arc établi, on a produit constamment des contractions. Cependant les grenouilles respiraient avec peine, tout leur corps éprouvait des convulsions semblables à celles qui précédent la mort; et tous ces symptômes disparurent lorsqu'elles furent remises dans l'air atmosphérique. L'air raréfié et condensé a offert presque les mêmes phénomènes; car, ayant extrait l'air au plus haut degré de raréfaction, j'ai obtenu des contractions extrêmement fortes par le simple attouchement d'un arc homogène. De même des grenouilles vivantes, après avoir soutenu pendant une demi-heure ou une heure entière l'action d'un air condensé deux fois plus que l'air atmosphérique, ont développé également une électricité très-vigoureuse par le simple attouchement d'un arc d'argent appliqué aux muscles et aux nerfs. Voilà le résultat

Digitized by Google

des expériences tentées dans le vide et dans l'air condensé.

§ IX. Tous les corps jusqu'à présent essayés dans la machine pneumatique ordinaire, avant de ressentir l'action totale du vide, étaient soumis à une pression qui diminuait à mesure que l'on augmentait la raréfaction dans la cloche de verre. Cela m'a fait imaginer un appareil dont je me sers pour soumettre tout d'un coup, et comme d'une seule impulsion, tous les corps soit solides, soit liquides, à l'action du vide. La cloche de verre, mise en communication avec la pompe pneumatique, est partagée par un plan horizontal en deux capacités égales, entre lesquelles on établit la communication à l'aide d'une valvule : la partie supérieure est remplie d'eau, ou d'un fluide quelconque ; dans la partie inférieure est l'air atmosphérique, que l'on pompe avec la machine pneuma-

tique ordinaire. Les choses ainsi disposées, si, après avoir raréfié l'air autant que possible, l'on ouvre la valvule intermédiaire entre les deux cavités, le fluide s'écoule, et il est exposé tout d'un coup à l'action du vide : il en arrive de même à des corps solides plongés dans l'eau à la partie supérieure de la cloche. Cet appareil m'a été d'un grand secours pour donner plus de précision à la méthode proposée, d'exciter l'électricité animale dans le vide : mais, comme il peut encore servir en général à d'autres objets concernant les recherches physiques, je crois devoir renvoyer mes lecteurs aux détails sur sa construction, publiés à Bologne en 1794.

§ X. Enfin j'ai exposé l'électricité animale à l'action des fluides aériformes. Voici en quoi consiste tout l'appareil, avec lequel j'essaie les différentes espèces d'air. Je prends

(pl. 10, fig. 3.) un vase de verre fermé par en bas, et dont la partie supérieure finit par un col que l'on peut fermer par une virole de cuivre garnie d'une tige mobile, comme dans l'appareil dont nous avons donné la description. Le vase étant ouvert, on le remplit d'eau, ou, afin d'obtenir un déplacement plus facile, de mercure, et l'on plonge son col renversé dans une cuve dont on se sert pour recueillir les fluides aériformes. On introduit ensuite dans le vase, par la méthode de Priestley, une espèce particulière d'air, de manière qu'il ne touche pas à l'extrémité du col, mais qu'il reste au-dessus une portion d'eau ou de mercure, qui tombe au fond du vase, lorsqu'on vient à le redresser. On ajuste alors au col du vase la virole de métal, et le conducteur auquel est adaptée la grenouille. Voilà, au moyen de cet appareil, la grenouille plongée à volonté

dans le gaz acide carbonique, et d'autres fluides aériformes, afin de pouvoir éprouver l'action constante de l'électricité animale dans chaque espèce d'air. Toutes les fois que vous abaissez avec la tige, la moelle épinière de la grenouille, ainsi que l'extrémité du conducteur, vers la surface de l'eau ou du mercure, vous apercevez les mouvements musculaires les plus violents. J'ai tenté jusqu'à présent mes expériences sur le gaz acide carbonique, et sur le gaz hydrogène, en me réservant de les répéter sur d'autres fluides aériformes: je passe maintenant aux expériences qui regardent la célérité de la propagation de l'électricité animale.

§ XI. De grandes questions ont été agitées parmi les physiologistes pour évaluer l'énergie dont est fourni le principe excitateur des contractions musculaires : leurs calculs, appuyés sur

une fausse doctrine, ont amené à des résultats peu satisfaisants. Je n'ai pas négligé de profiter des connaissances dont la physique s'est enrichie de nos jours, pour entreprendre, par une méthode différente, la même recherche, et j'ai employé de longs arcs métalliques, auxquels j'ai fait parcourir l'électricité animale à volonté. Un long escalier qui conduisait depuis le haut de la maison jusqu'en bas, avec des détours multipliés, m'offrit une lame de fer continue, très-propre à servir de conducteur à l'électricité. Je fis descendre du haut de l'escalier un fil métallique, ce qui forma aussitôt un arc dont la longueur était de cent cinquante pieds. Après avoir ainsi disposé l'appareil, je fis toucher des extrémités de ce long arc les nerfs armés de la grenouille et les muscles. Aussitôt l'électricité animale se porta avec tant de rapidité d'un bout à l'autre de l'arc,

que l'on ne put distinguer le moment où la grenouille touchait l'arc, d'avec celui de sa contraction : le même effet eut lieu, en prolongeant le fil de fer jusqu'à 250 pieds. Cependant, pour que l'on ne pût pas attribuer un tel succès à l'action du conducteur métallique, je pris de longues cordes imbibées d'eau salée, et le résultat fut toujours le même. Cette expérience a confirmé d'une manière décisive, le caractère de l'électricité commune dans les forces musculaires, et rectifie les idées que beaucoup de physiologistes avaient auparavant proposées à cet égard.

§ XII. Les principes de la théorie générale de l'électricité nous promettent des résultats heureux de l'expérience que j'ai déja établie. Beccaria, un des premiers observateurs de la propagation de l'électricité, a distingué une double excursion du fluide électrique : l'une, lorsqu'elle ne fait

que passer à travers des corps conducteurs ; l'autre, lorsque étant accumulée dans les corps idio-électriques, elle est obligée de passer de l'armature électrisée positivement à celle qui l'est négativement. Beccaria avait assigné à cette première espèce de transmission un espace de temps déterminé, mais aucun à la seconde. Il avait observé que l'électricité transmise à une distance de 500 pieds dans une minute-seconde, il en a fallu trois environ pour parcourir une corde de chanvre de la même longueur, qu'on avait humectée d'eau. Au contraire, en déchargeant avec de longs conducteurs une bouteille de Leyde, il ne put jamais reconnaître la plus petite fraction du temps employé dans cette excursion. Jalabert, Sigaud de la Fond, et d'autres physiciens, ont essayé la célérité du fluide électrique, non dans un cabinet, mais en plein air, le long

des bords des lacs et des grandes rivières : leurs résultats ont été les mêmes. Monnier plaça deux fils de fer parallèles, de la longueur de 1107 pieds, dont les extrémités aboutissaient à un homme placé au milieu, qui les tenait dans ses mains; mais dans cette situation, il éprouvait la commotion au moment même où il apercevait l'étincelle tirée de la bouteille, et ne distinguait pas même le moindre intervalle entre l'explosion et la secousse : ce que l'on aurait pu remarquer, si le temps employé dans le passage, avait pu être évalué au quart d'une minute-seconde.

§ XIII. Je pense que, d'après la célérité avec laquelle se transporte l'électricité animale dans nos expériences, l'on peut conjecturer de quelle manière elle agit dans le système des nerfs et des muscles; car s'il n'y avait dans ce passage qu'un seul genre d'électricité,

il conviendrait d'observer que l'électricité animale, en circulant des nerfs aux muscles, par un fil de 250 pieds, devrait employer la moitié d'une minute-seconde, puisque cet arc est la moitié de celui que Beccaria avait employé en pareil cas. Cependant on ne remarqua pas la demi-seconde, que les observations de Beccaria exigeaient, lorsqu'il y a l'action d'un seul genre d'électricité; ainsi l'on peut conclure que la transmission de l'électricité animale ne doit pas être rapportée à une seule électricité, mais à un double courant de deux électricités opposées, mises en circulation avec une très-grande rapidité.

Un tel raisonnement acquiert plus de force, et rentre mieux dans les vues de la physiologie, en considérant le courant galvanique excité sans aucun métal, et transmis le long d'un fil de chanvre humecté d'une dissolution de

Digitized by Google

muriate de soude. L'on pourra consulter ces expériences, et les développements ultérieurs donnés à ces recherches, dans mon Mémoire concernant le passage du galvanisme à travers l'Océan et les grandes rivières.

Digitized by Google

LETTRES

ADRESSÉES A L'AUTEUR

PAR DIVERS SAVANTS,

SUIVIES DE QUELQUES PIÈCES SUR LE GALVANISME.

Digitized by Google

Digitized by Google

VASSALLI-EANDI,

PROFESSEUR DE PHYSIQUE A TURIN,

A M. ALDINI,

PROFESSEUR DE PHYSIQUE A BOLOGNE.

Turin, ce 17 Floréal an XI.

Les cours des expériences publiques à l'Athénée, que j'ai commencé depuis quinze jours, et qui continuera encore six semaines; le perfectionnement des instruments météorologiques, dont je m'occupe pour obtenir un météorographe qui doit marquer à chaque instant la direction et la force du vent, les variations du baromètre, du thermomètre, de l'hygromètre, de l'idiomètre, de l'atmidomètre et de l'électromètre, le tout par une seule horloge, qui sert aussi au public pour régler leurs montres ; et quelques occupations de l'académie, ne me permettent pas de donner au galvanisme tout le temps que je voudrais, et qu'il mérite bien. Cependant je m'en suis

toujours occupé, et j'ai fait plusieurs expériences sur le corps des trois règnes de la nature, dont j'ai écrit les résultats, avec quelques doutes sur la nature du galvanisme et sur ses diverses combinaisons, à la Société Italienne des Sciences; et, dans ce moment, je fais des expériences sur l'action du galvanisme sur la germination, la végétation, sur les germes des animaux, et sur son action chimique sur plusieurs corps, pour en déduire une théorie satisfaisante des phénomènes que j'ai observés. Je dis de ceux que j'ai vus, car plusieurs faits que j'ai lus, et que je croyais vrais, par l'analogie entre l'électricité et le galvanisme, en les répétant avec toutes les précautions, ont cessé de me paraître tels. C'est ainsi que je me suis assuré qu'un médiocre galvanisme positif (tel que celui d'une pile de 25 couples de disques de cuivre et de zinc, de la grandeur d'une pièce de 5 francs, entremêlés de disques de laine mouillés dans une solution de muriate d'ammoniac), bien loin de favoriser la germination et la végétation, tue les germes en leur donnant une teinte de café brûlé; tandis que le galvanisme négatif, de la même force, n'empêche pas la ger-

mination, ni la végétation, pas même lorsqu'il donne une teinte analogue aux germes. Est-ce au fluide? est-ce à quelques parties des corps, dont la pile est composée, apportées par le fluide galvanique, que l'on doit attribuer son action sur les germes végétaux? Mes collègues Giobert et Rossi ne doutent point que le galvanisme n'apporte avec lui des parties des corps d'où il se développe, ou par lesquels il passe; le premier soupçonne même que la décomposition de l'eau n'a point lieu dans le tube; mais que les gaz et les oxides y sont apportés tout faits de la pile par le fluide. Les expériences directes (dont je vous écrirai les détails une autre fois,) que j'ai faites pour éclaircir cette question, m'ont fait adopter l'opinion contraire.

Je fis passer le fluide par deux tubes remplis de solution de muriate d'ammoniac plongés dans la même solution, contenue dans deux vases de cristal. Je fis usage de fils d'or pur aux sommets des tubes, pour les faire communiquer avec la pile, et d'un fil de cuivre pour la communication des deux vases. Le fil d'or qui communiquait avec l'extrémité positive de la pile, n'a point donné en jaune; le

bout du fil de cuivre qui plongeait dans le même vase, a donné du gaz en quantité, et il l'oxida en bleu; le fil d'or qui communiquait avec l'extrémité négative de la pile, donna du gaz en abondance, et il l'oxida en noir; le bout du fil de cuivre qui plongeait dans le même vase, ne donna point de gaz, et il l'oxida en vert grisâtre. Ayant pesé exactement les fils d'or avant et après l'expérience, le fil d'or qui communiquait avec l'extrémité positive, diminua d'un quart de son poids; l'autre fil d'or qui donna le gaz, ne diminua que d'un huitième de son poids environ. Plusieurs autres expériences me donnèrent des résultats analogues.

Rossi m'a assuré que le fluide galvanique prend différentes propriétés des animaux vivants et des cadavres par lesquels il passe. Cette proposition acquiert aussi de la probabilité par mes expériences sur les corps organisés, et sur la différence des divers liquides par rapport au fluide galvanique. Mais revenons à son action sur les germes des végétaux. Comme dans les expériences précédentes, j'avais toujours mis des disques de laine mouillés dans une solution de muriate d'am-

moniac entre les disques de cuivre et de zinc, j'y ai substitué des disques de carton mouillés dans l'eau distillée, et j'ai obtenu les mêmes résultats; c'est-à-dire le galvanisme positif un peu fort tue les germes; quand il n'est sensible qu'à la langue, aux premières heures il accélère la germination, mais ensuite il l'empêche. Le galvanisme négatif n'est pas si nuisible, et quelquefois il paraît même la favoriser. Les détails de ces expériences seront exposés dans un Mémoire que je me propose d'écrire sur ce sujet. Je vous observerai seulement ici que le galvanisme positif, tiré d'une pile formée de zinc, cuivre, et solution de muriate d'ammoniac, et porté par des fils d'or pur sur du coton mouillé, et flottant sur l'eau distillée, m'a donné une odeur très décidée de gaz nitreux, et le coton se trouva jauni près du contact du fil d'or conducteur. Une odeur analogue, mais beaucoup plus faible à devenir incertaine, se faisait sentir sur le coton galvanisé négativement; le vase de comparaison que je tiens toujours dans les mêmes circonstances, hormis la galvanisation, pour déterminer les effets du fluide galvanique, n'excitait aucune odeur. Le même phénomène

se présenta dans la pile faite avec les cartons mouillés dans l'eau distillée, et que je faisais agir sur les germes du *lepidium sativum*, mis au coton flottant sur l'eau distillée, mais j'ai eu la tache jaune du côté négatif; tandis que du côté positif il se fit une tache d'un centimètre environ de diamètre de couleur violette. J'ai mis des germes (toujours des mêmes) sur les cotons galvanisés par la pile précédente. Ceux du vase positif furent en peu de temps noircis, et se présenta la tache violette sur le coton, du côté que le fil d'or, de communication avec l'autre vase, plongeait dans l'eau. Il paraît donc, que la tache susdite est due à la matière des germes transportée par le fluide galvanique. Si ce fluide porte avec lui une portion des corps par lesquels il passe, combien de précautions ne doit-on pas avoir dans son usage, combien d'avantages ne peut-on pas en tirer? Vous voyez combien de questions importantes à résoudre. Je ne doute point, comme je l'ai déja dit ailleurs, que le galvanisme, bien étudié, ne jette beaucoup de lumière sur la composition de plusieurs corps, et particulièrement des sels. Je vous disais

que mes expériences sur la déférence de divers liquides appuient l'opinion déja annoncée de Rossi : voici un aperçu de ces expériences.

J'ai pris un tube de verre long de deux mètres et d'un centimètre de diamètre ; je lui ai arrangé deux bouchons de liège, au centre desquels passent deux fils d'argent, qui restent environ trois centimètres dans le tube, et se replient dehors pour faire les communications ; j'ai rempli ce tube successivement de différents liquides, et en faisant communiquer les extrémités du tube avec les extrémités de la pile, je mesurais la déférence des liquides et la vitesse du fluide de la manière que j'ai déterminé la vitesse du fluide par un conducteur de 354 mètres, dans le deuxième n.° de la Bibliothèque Italienne. Je mesurai la force du fluide galvanique, soit en touchant avec les deux index mouillés, l'extrémité du tube et la base de la pile, soit en touchant l'extrémité du tube avec l'index, et la base de la pile avec la langue, tandis que le sommet positif de la pile communiquait avec l'autre extrémité du tube par un cordonnet d'or. Dans toutes ces expériences, j'avais la sensa-

tion dans l'instant que le cordonnet d'or touchait au sommet de la pile. Et tous les résultats furent vérifiés par le préparateur des expériences physiques de l'Athénée, Hyacinthe Carena, par le professeur Avocat Boyer, et par plusieurs autres personnes, en mesurant les degrés de force du fluide par l'extension des sensations dans les doigts, et par le goût qu'on sent, et par les éclairs qu'on voit en touchant avec le bout de la langue, quand le galvanisme n'était pas trop fort. J'ai obtenu les résultats suivants des décharges successives de la même pile à travers l'urine, 5 de force, goût très-âcre, éclair blanc; à travers le lait, 4 de force, goût doux, acidule, éclair rouge; à travers le vin, $\frac{1}{2}$ degré de force, goût acidule, éclair très-faible; à travers le vinaigre, 2 de force, goût piquant, éclair rouge; à travers la bière, $\frac{2}{3}$ de force, goût piquant, éclair blanchâtre; à travers l'esprit-de-vin, point de force, point d'éclair, goût acidule très-sensible; à travers l'eau distillée, de même que par l'esprit-de-vin, mais quelquefois on avait aussi une très-faible sensation d'éclair; à travers la solution de

muriate de soude, 10 de force; dans cette expérience et les suivantes, on ne pouvait pas souffrir la sensation à la langue; à travers la solution de muriate d'ammoniac, 13 de force; à travers la solution de nitrate de potasse, 12 de force; à travers la solution de sulfate d'alumine, 12 de force; à travers l'eau avec un sixième d'acide nitrique, 12 de force; à travers l'eau, avec un sixième d'acide sulfurique, 13 de force; à travers une solution de nitrate de cuivre, 13 de force; à travers le mélange d'acide nitrique, d'acide sulfurique, et d'eau, 13 de force.

Dans toutes ces expériences on avait une sensation très-différente dans les doigts, outre les degrés de force, selon les différents liquides par lesquels le fluide passait; ainsi, par exemple, la sensation que présenta le fluide en passant par l'acide sulfurique, était aiguë; celle qu'il donna en passant par le muriate d'ammoniac, par le nitrate de potasse, et par le mélange des deux acides, était d'un corps gros; en passant par le nitrate de cuivre, le fluide se fait sentir beaucoup plus piquant : par le lait il paraissait

acquérir une douceur, etc. Mais ce n'est pas dans une lettre qu'on peut marquer tous les détails et les conséquences de ces résultats; qui demandent un Mémoire assez étendu, seulement pour les indiquer.

J'ai l'honneur de vous dire,

Salut et amitié,

VASSALLI-EANDI.

Digitized by Google

LETTRE

AU PROFESSEUR ALDINI,

PAR LE Cen. SUE,

PROFESSEUR ET BIBLIOTHÉCAIRE DE L'ÉCOLE DE MÉDECINE DE PARIS.

Paris, ce 12 messidor an 11.

CITOYEN COLLÈGUE,

Je me fais un devoir et un véritable plaisir de satisfaire à l'empressement que vous m'avez témoigné de connaître particulièrement ce qu'a écrit et découvert sur le galvanisme le célèbre Bichat, que l'implacable mort a précipité dans le tombeau au moment où ses talents et sa gloire brillaient du plus grand éclat, et à un âge où bien des gens commencent à peine à balbutier les éléments des scien-

Digitized by Google

ces. Je n'ai pu, dans l'éloge historique de ce savant médecin, que j'ai prononcé dans l'amphithéâtre de l'Ecole de médecine *, entrer, sur ce que vous desirez, dans des détails que ne comportait pas ce genre de composition. J'en ai aussi dit quelque chose dans mon *Histoire du Galvanisme* ** ; mais je n'ai pu parler alors des travaux galvaniques de Bichat, postérieurs à la publication de mon ouvrage. Ce que j'ajouterai ici sera le complément de sa doctrine, à laquelle sans doute il eût donné plus d'étendue, s'il eût vécu. J'ai fait tous mes efforts pour remplir vos desirs : je m'estime trop heureux d'avoir trouvé l'occasion de faire quelque chose qui puisse vous être agréable, et vous prouver mon sincère attachement et ma profonde estime.

SUE.

* J'ai prononcé cet éloge le 14 germinal an XI, pour l'ouverture de mon cours de Bibliographie médicale. Une preuve bien frappante du grand intérêt que prenaient les élèves au récit des travaux et des vertus de Bichat, c'est l'affluence avec laquelle ils se sont portés à l'amphithéâtre de l'Ecole de médecine pour entendre son éloge : affluence qui fut telle, que le local, quoique très-vaste, a pu à peine contenir la foule des auditeurs. Cet éloge est inséré dans le MAGASIN ENCYCLOPÉDIQUE, messidor, an XI.

** Deux vol. in-8, an XI, tome II, pag. 216—225.

NOTICE

Sur les travaux galvaniques de BICHAT, médecin de l'Hôtel-Dieu.

LES connaissances très-étendues de Bichat dans la physiologie, et dont il a donné des preuves dans ses écrits, par les découvertes qu'il y a consignées, malgré l'envie qui a voulu les déprécier, ne pouvant les lui ravir, ont dû nécessairement le porter à tourner ses vues vers le galvanisme naissant, à étudier et à approfondir un nouveau genre de phénomènes, qui, avant qu'on y eût reconnu les grands effets de l'électricité, offraient à l'avide curiosité des savants un sujet d'examen dont ils espéraient tirer un parti avantageux pour les progrès de la physique, et même de l'art de guérir.

J'ai déja donné dans l'*Histoire du Galvanisme*, que j'ai publiée l'année dernière *,

* Tome II, pag. 216, et suiv.

le détail des expériences de Bichat sur cette découverte. Un nouvel examen, avec quelques réflexions nouvelles, m'ont été demandés par des personnes dont je respecte le savoir et le jugement. Je me suis fait avec plaisir un devoir d'obtempérer à leurs desirs, quoique persuadé que cette tâche eût pu être remplie avec plus de succès par tout autre physicien.

Quand Bichat entreprit ses expériences galvaniques, il savait que le sujet qu'il cherchait à éclaircir, avait déja été l'objet d'une lutte entre les premiers physiciens de l'Europe. Il savait que Volta, cet illustre savant, à qui la physique devait déja beaucoup, avant la découverte du galvanisme, et qui depuis a acquis de nouveaux droits à la célébrité, tant par ses ingénieux appareils, que par ses curieuses et constantes expériences, qui ont déterminé la nature de ce singulier agent; Bichat savait, dis-je, que Volta avait annoncé que le cœur et tous les autres organes musculeux qui sont hors du domaine de la volonté, étaient insensibles à l'action galvanique. Mezzini, Valli, Klein, Psaff, Béhrends, avaient soutenu la même assertion, tandis que Grapengiesser,

le célèbre Humboldt, et Fowler, prétendaient avoir reconnu l'influence galvanique, le premier sur le mouvement péristaltique des intestins; le second, sur le cœur des animaux à sang rouge et à sang froid; et le troisième, sur celui des animaux à sang rouge et chaud.

C'est dans son ouvrage intitulé : *Recherches physiologiques sur la vie et la mort* * , et dans l'article X de la seconde partie, où il traite de *l'influence que la mort du cerveau exerce sur celle du cœur,* que Bichat a consigné son travail sur le galvanisme. Après avoir rapporté les expériences, au nombre de cinq, par lesquelles il croit avoir prouvé que ce n'est point immédiatement que le cœur cesse d'agir, lorsque les fonctions cérébrales s'interrompent, « Il est, dit-il, un autre genre « d'expériences analogues à celles-ci, qui peu- « vent encore éclairer sur les rapports entre « le cœur et le cerveau, ce sont celles du gal- « vanisme. Je ne négligerai point, ajoute-t-il, « ce nouveau moyen de prouver que le pre- « mier de ces organes, le cœur, est toujours « indépendant du second, du cerveau. J'ai fait « ces expériences avec une attention d'autant

* In-8, publié en l'an VIII, pag. 393.

Digitized by Google

« plus scrupuleuse, que plusieurs auteurs « très-estimables ont avoué, dans ces derniers « temps, une opinion contraire, et ont voulu « établir que le cœur et les autres muscles de « la vie organique ne diffèrent point, sous le « rapport de leur susceptibilité pour l'in- « fluence galvanique, des muscles divers de la « vie animale. »

Bichat commence par exposer les observations que lui ont fournies ses expériences sur les animaux à sang rouge et froid. Après avoir armé plusieurs fois, dans une grenouille, d'une part son cerveau avec du plomb, et de l'autre, son cœur et ses muscles des membres inférieurs avec une longue lame de zinc qui touchait au cerveau par son extrémité supérieure, et aux membres par son extrémité inférieure, la communication étant établie avec de l'argent entre les armatures des muscles et celles du cerveau, il en est constamment résulté des mouvements dans les membres, mais aucune accélération n'a paru sensible dans le cœur, lorsqu'il battait encore, et aucun mouvement ne s'est manifesté quand il cessa d'être en action. Selon Bichat, quel que soit le muscle volontaire que l'on arme

en même temps que le cœur, afin de comparer les phénomènes qu'ils éprouvent lors de la communication métallique, il y a toujours une différence tranchante.

Bichat a armé sur d'autres grenouilles, par une tige métallique commune, d'une part, la portion cervicale de la moelle épinière dans la région supérieure du cou, afin d'être au-dessous de l'endroit d'où les nerfs qui vont au sympathique et delà au cœur, tirent leur origine; d'autre part, le cœur, et un muscle volontaire quelconque. Il a toujours observé, en établissant la communication, un résultat analogue à celui de l'expérience précédente. Toujours il a aperçu de violentes agitations dans les muscles volontaires, jointes au défaut de changement manifeste dans les mouvements du cœur.

Il a ensuite tâché de mettre à découvert les nerfs qui vont au cœur des grenouilles: quelques filets grisâtres, à peine sensibles, dont au reste il n'a pu certifier positivement la nature, ont été armés d'un métal, tandis que le cœur reposait sur un autre. La communication établie par un troisième métal, n'a déterminé aucun effet sensible.

Ces essais, déja en partie tentés par d'autres physiciens avant Bichat, sont sans doute très-convenables, au moins les deux premiers, pour déterminer positivement si le cerveau influence directement le cœur, sur-tout si on a soin de les répéter, comme a fait Bichat, en armant successivement et tour-à-tour la surface tant interne qu'externe du cœur, et sa substance même. On a vu qu'alors la disposition naturelle est conservée entre les diverses parties qui servent à unir le cœur au cerveau.

Bichat parle d'un autre mode d'expériences qui consiste, 1.° à détacher le cœur de la poitrine, 2.° à le mettre en contact avec deux métaux différents par deux points de sa surface, ou avec des portions de chair armées de métaux, 3.° à faire communiquer les armatures par un troisième métal. C'est alors qu'*Humboldt* a vu des mouvements se manifester. Quoique Bichat dise que le plus souvent, en répétant exactement ces expériences, il n'a rien vu de semblable; il convient cependant avoir quelquefois distingué un petit mouvement très-différent de celui qui animait le cœur, et qui paraissait tenir à l'influence

galvanique. Mais, malgré l'autorité respectable d'Humboldt, malgré celle non moins respectable d'une foule d'autres physiciens très-estimables, qui ont reconnu dans leurs essais l'influence du galvanisme sur le cœur, lorsqu'il y est appliqué de la manière qui vient d'être décrite, Bichat paraît encore douter de cette influence, et il est tenté de prendre le mouvement qu'il a aperçu dans ce viscère pour l'effet seul de l'irritation mécanique des armatures. « Je suis loin, dit-il, de prétendre « avoir mieux vu dans mes expériences que « ceux qui se sont occupés avant moi du même « objet : je dis et je rapporte seulement ce que « j'ai vu et observé. Au reste, ajoute-t-il, les « expériences où les armatures ne portent pas « d'un côté sur une portion du système nerveux, et de l'autre sur les fibres charnues du « cœur, ne me semblent pas très-concluantes « pour décider si l'influence que le cerveau « exerce sur cet organe (sur le cœur) est « directe. Quelle induction rigoureuse peut-on « tirer des mouvements produits par l'armature de deux portions charnues ? »

Il ne suffisait pas d'avoir fait des expériences sur des animaux à sang rouge et froid ;

il fallait aussi en faire sur les animaux à sang rouge et chaud : elles étaient d'autant plus nécessaires, que le mode de contractilité des premiers est, comme on sait, absolument différent de celui des derniers.

Bichat eut, dans l'hiver de l'an VII, l'autorisation pour faire différents essais sur les cadavres des guillotinés, qu'on mit à sa disposition trente ou quarante minutes après l'exécution. Chez quelques-uns, toute espèce de motilité était éteinte ; chez d'autres, on ranimait cette propriété plus ou moins aisément dans tous les muscles par les agents ordinaires ; et elle se développait plus facilement par le galvanisme dans les muscles de la vie animale. Mais, de quelque manière qu'il ait agi dans ses expériences, il a toujours été impossible à Bichat de déterminer le moindre mouvement, en armant soit la moelle épinière et le cœur, soit cet organe et les nerfs qu'il reçoit des ganglions par le sympathique, ou du cerveau par la paire-vague. Cela tenait-il, demande l'auteur, à l'isolement où étaient depuis quelque temps les filets nerveux du cœur d'avec le cerveau ? Mais alors pourquoi, répond-il, les filets nerveux des muscles

volontaires, également isolés, se prêtaient-ils aux phénomènes galvaniques? Pour avoir plus d'éclaircissements à ce sujet, il a fait les expériences suivantes.

Il a armé de deux métaux différents, sur des chiens et sur des cochons-d'inde, d'abord le cerveau et le cœur, ensuite le tronc de la moelle épinière et le cœur, enfin le cœur et le nerf de la paire-vague, duquel il reçoit plusieurs nerfs. Aucun résultat sensible n'a été apparent; les deux armatures ayant été mises en communication, Bichat n'a point vu les mouvements se ranimer après avoir cessé, ni s'accélérer lorsqu'ils continuaient encore. Il est essentiel d'observer ici que, dans toutes les expériences, il ne faut établir la communication que quelque temps après que l'armature du cœur a été placée, afin de ne point attribuer à l'effet du galvanisme ce qui n'est que l'effet de l'irritation métallique.

Les nerfs cardiaques de deux chiens ont été armés dans leurs filets, tant antérieurs que postérieurs; une autre armature a été placée sur le cœur à sa surface. La communication des armatures a produit quelques

mouvements, mais qui à peine étaient sensibles.

Bichat dit avoir plusieurs fois tenté inutilement, et n'avoir pu réussir qu'une seule fois, après avoir détaché promptement le cœur, avec le soin d'y laisser quelques nerfs isolés, à exciter des contractions en armant ceux-ci d'un métal, et en touchant l'armature avec un autre métal, quoique Humboldt ait dit que cela lui a souvent réussi. Mais aussi Bichat ajoute qu'il a presque constamment réussi à produire des contractions sur les animaux à sang rouge et chaud, après leur avoir arraché le cœur, en le mettant en contact par deux points différents avec des métaux, et en établissant la communication : c'est le seul moyen qu'il croit capable de produire avec efficacité et évidence les phénomènes galvaniques sur cet organe.

Quoiqu'il ait répété un très-grand nombre de fois et avec les précautions les plus minutieuses, chacune des expériences galvaniques dont il vient d'être question ; quoique la plupart ne soient pas d'accord avec celles d'autres physiciens qui ont donné des résultats différents, il ne prétend pas pour cela jeter des doutes

sur la réalité de celles-ci, parce qu'on sait combien sont variables les effets des expériences qui ont les forces vitales pour objet. Au surplus, en admettant même les résultats différents des siens, cela n'empêche pas de reconnaître que, sous le rapport de l'excitation galvanique, il y a une différence énorme entre les muscles de la vie animale et ceux de la vie organique *. Rien de plus propre, selon lui, à reconnaître cette différence dans les expériences sur le cœur et sur les intestins que d'armer toujours avec le même métal, qui sert à l'armature de ces muscles, un de ceux de la vie animale, et d'établir ainsi un parallèle entr'eux. « D'ailleurs, dit Bichat, et c'est par où il termine « ce premier aperçu, en supposant que les « phénomènes galvaniques causent sur ces « deux espèces de muscles une égale influence, « que prouverait ce fait ? Rien autre chose, « sinon que ces phénomènes suivent, dans « leur succession, des lois toutes opposées « à celles des phénomènes de l'irritation

* On sait que cette distinction des deux vies est due à Bichat : distinction qu'il déduit spécialement de la forme extérieure des organes.

Digitized by Google

« ordinaire des nerfs et des muscles auxquels
« ces nerfs correspondent. »

A la page 419 du même ouvrage (*les Recherches sur la vie et la mort*), Bichat nous apprend qu'il a répété, par rapport à l'estomac, aux intestins, à la vessie, à la matrice, etc. les expériences galvaniques dont il vient d'exposer les résultats par rapport au cœur; qu'il a armé d'abord de deux métaux différents le cerveau en particulier, chacun des viscères dont il vient d'être question, et qu'aucune contraction n'a été sensible à l'instant de la communication des deux armatures; chacun de ces viscères a ensuite été armé en même temps que la portion de la moelle épinière placée au-dessus d'eux. Enfin il a armé simultanément et les nerfs que quelques-uns reçoivent de ce prolongement médullaire, et les organes eux-mêmes, en sorte que l'estomac et les nerfs de la paire-vague, la vessie et les nerfs qu'elle reçoit des lombaires, ont été armés ensemble. « Or, dans presque tous les cas, dit
« Bichat, la communication des deux arma-
« tures n'a produit aucun effet bien marqué:
« seulement dans le dernier, j'ai aperçu deux
« fois un petit resserrement sur l'estomac et

« sur la vessie. » Il produisait cependant dans ces diverses expériences, de violentes agitations dans les muscles de la vie animale, qu'il armait toujours du même métal que celui dont il se servait pour les muscles de la vie organique, afin d'avoir un terme de comparaison.

Dans tous les cas précédents, ce sont les diverses parties du système nerveux cérébral qui ont été armées en même temps que les muscles organiques. Bichat a voulu galvaniser aussi les nerfs des ganglions avec les mêmes muscles. La poitrine d'un chien étant ouverte, on trouve sous la plèvre le grand sympathique, qu'il est facile d'armer d'un métal. Comme, suivant l'opinion commune, ce nerf se distribue dans tout le bas-ventre, on pouvait espérer en armant d'un autre métal chacun des viscères qui s'y trouvent contenus, et en établissant des communications; on pouvait, dis-je, espérer d'obtenir des contractions, à-peu-près comme on en produit en armant le faisceau des nerfs lombaires et les divers muscles de la cuisse: cependant aucun effet n'a été sensible.

D'après les preuves en grand nombre

qu'allègue Bichat, page 416 de son ouvrage, pour établir que « le grand sympathique « n'existe réellement pas, et que les commu- « nications nerveuses qu'on a prises pour lui, « ne sont que des accessoires au systême des « ganglions, on conçoit ce défaut d'effet, parce « que les ganglions intermédiaires aux orga- « nes gastriques et au tronc nerveux de la « poitrine, ont pu arrêter les phénomènes « galvaniques. » Qu'a fait Bichat? il a mis à découvert les nerfs qui portent des ganglions pour aller directement à l'estomac, au rectum et à la vessie, et il a galvanisé par ce moyen les divers organes : aucune contraction n'a paru en résulter. Quelquefois un petit resserrement s'est fait apercevoir; mais il était bien faible en comparaison de ces violentes contractions qu'on remarque dans les muscles de la vie qu'il appelle animale, pourvu toutefois que, dans ces expériences, on ait grande attention de bien distinguer ce qui appartient au contact mécanique des métaux, d'avec ce qui est l'effet du galvanisme.

La ténuité des nerfs, des intestins, rend plus difficile sur eux l'expérience galvanique. Mais comme ces nerfs forment un plexus très-sen-

Digitized by Google

sible autour de l'artère mésentérique qui va avec eux se distribuer dans le tissu des intestins, on peut, en mettant cette artère à nu, et en l'entourant d'un métal, tandis qu'un autre est placé sur un point quelconque du tube intestinal, galvaniser également ce tube. Cette expérience n'a pas produit plus d'effet, et aucun résultat bien manifeste n'a été obtenu.

Tous ces essais auraient été faits sur des animaux à sang rouge et chaud : Bichat en a tenté d'analogues sur des animaux à sang rouge et froid. Le cerveau et les viscères musculeux d'une grenouille, les mêmes viscères et la portion cervicale de la moelle épinière, ont été armés en même temps de deux métaux divers. Rien de sensible n'a paru à l'instant de leur communication, et cependant les muscles de la vie animale étaient ordinairement en contraction, même sans être armés, et par le seul contact d'un métal sur l'armature du système nerveux. On observera que ce n'a pas été faute de multiplier les points de contact sur les viscères gastriques que le succès a manqué : car Bichat avait soin de passer un fil de plomb, parce que tout le tube intestinal pouvait lui servir d'armature.

Quant aux nerfs qui vont directement aux fibres charnues des organes gastriques, ils sont si ténus chez la grenouille, qu'il est très-difficile de les armer. Il est pourtant de fait que le C. Jadelot a obtenu, dans une expérience qu'il a faite, un resserrement lent des parois de l'estomac, en agissant directement sur les nerfs de ce viscère. Mais Bichat fait à ce sujet la remarque juste, que certainement ce resserrement, analogue sans doute à ceux qu'il a souvent observés dans d'autres expériences, ne peut être mis en parallèle avec les effets étonnants qu'on obtient dans les muscles volontaires, et qu'il sera toujours vrai de dire, que sous le rapport des phénomènes galvaniques, comme sous tous les autres, une énorme différence existe entre les effets que produisent les muscles de la vie animale, et ceux que produit la vie organique.

On aurait pu objecter à Bichat qu'il faisait ses expériences avec de simples armatures : mais plusieurs des physiciens qui avaient donné avant lui les mêmes observations, et qui avaient eu de pareils résultats, avaient fait leurs expériences de la même manière. Au surplus ayant eu occasion de faire d'autres

expériences semblables avec la pile de Volta, il les a faites ; et voici quelle a été cette occasion.

Dans un entretien particulier sur le galvanisme entre Bichat et les CC. Burdin et Moreau, il fut beaucoup question des expériences du premier sur les résultats desquelles le C. Moreau éleva quelques doutes, étant porté à croire, d'après des vues différentes de celles de Bichat sur les lois fondamentales de la vie, que les organes qu'il avait soumis à ses expériences devaient répondre à leur manière, sur-tout si, au moyen du nouvel appareil de Volta, on rendait l'irritation plus énergique. Bichat n'était pas heureusement susceptible de prévention, sur-tout en fait d'expériences ; et comme il ne cherchait que la vérité dans celles qu'il faisait, on n'avait pas de peine à le déterminer à les répéter, lorsqu'on paraissait douter des résultats qu'elles lui avaient donnés. C'est ce qui arriva dans l'occasion dont il s'agit. Il consentit à faire avec ses deux amis de nouvelles expériences, et des femelles de cochon-d'inde nubiles en furent les victimes *. Ils employèrent au lieu de l'ancien appareil galvanique une

* Voyez l'Histoire naturelle de la femme, par J. L. Moreau, in-8, tome. II, pag. 123.

colonne de Volta composée de 60 paires de disques, et munie de deux rubans métalliques que l'on pouvait aisément conduire sur les différentes parties de l'animal, préparé de manière que tous les viscères du ventre et de la poitrine, ainsi que plusieurs nerfs et muscles, fussent mis à découvert. Les expériences ne furent commencées que lorsque les mouvements orageux et l'état de convulsion qui devaient nécessairement résulter d'une opération aussi cruelle, parurent un peu calmés.

Les ovaires furent d'abord excités: quoique l'effluve électrique fût très-considérable, on n'observa aucune contraction, aucune oscillation bien sensible dans l'organe; mais nos jeunes expérimentateurs n'en furent pas moins portés à croire que l'impression qu'éprouvait l'animal était très-vive, parce qu'à chaque décharge, les parties environnantes étaient agitées de spasmes et de convulsions; ce qui fut encore plus évident par l'excitation des trompes.

L'utérus excité demeura également oisif et silencieux en apparence; mais l'excitation profonde et intestine, dont il fut tourmenté, se propageant au loin, on vit, par une suite de cette communication, les parties contractiles plus voisines de cet organe, et même les

muscles des membres, éprouver de violentes contractions. Il faut observer que toutes les parties sur lesquelles on opérait, étaient dépourvues d'épiderme; d'ailleurs l'arc excitateur dont on se servait, ayant assez de force pour produire immédiatement de vives irritations, on n'a pas remarqué de différence bien réelle lorsque les nerfs et les organes où ils se distribuent ont été armés, et lorsque, négligeant cette précaution, on a seulement attaqué l'organe et fait passer dans son intérieur le jet électrique, dont la colonne était la source inépuisable.

Ce qui a frappé le plus nos jeunes médecins dans leurs expériences, ce qui a sur-tout fixé leur attention, c'est le phénomène qui leur a été offert par les contractions vives et par le spasme presque général qui résultaient de l'excitement de l'utérus, et qui se montraient avec toutes les apparences d'un accès d'hystérisie. Que serait-ce donc, si on interrogeait ce viscère dans l'état de gestation, à l'époque où sa partie fibreuse et contractile est plus développée? n'est-il pas probable qu'il donnerait des preuves non équivoques de resserrement et de contraction? C'est ce

que le C. Moreau se propose d'examiner incessamment avec le C. Dupuytren, chef des travaux anatomiques de l'Ecole de médecine, en opérant sur une chienne ou femelle d'un autre quadrupède. Il y a apparence que l'irritation galvanique provoquera un avortement.

Les recherches des CC. Moreau, Burdin et Bichat, se sont portées sur d'autres organes, qu'ils ont vus également répondre, suivant leur nature, aux excitations : ils ont vû, par exemple, dans le cœur l'accélération de ses pulsations, dans les intestins celle du mouvement vermiculaire, et dans le tissu cellulaire lui-même quelques points du système séreux frémir, se froncer, et donner des signes bien marqués de crispation. Le C. Dupuytren a observé des phénomènes analogues dans la vessie ; et en galvanisant cet organe, après avoir introduit dans sa cavité un tube de verre, et lié fortement le canal de l'urètre, il a vu l'urine s'élever dans ce tube à différentes hauteurs, suivant la force des contractions.

Ces nouvelles expériences ont prouvé que les organes compris dans la sphère d'activité du système nerveux, qui paraît spécialement

affecté à la vie intérieure et nutritive, ne refusent pas de répondre aux excitants galvaniques : ce que niait Bichat ; qu'à la vérité ils ne se contractent pas tous, parce qu'il n'est pas de leur nature de manifester ainsi leur vie ; mais qu'ils sont excités à leur manière, qu'ils éprouvent par l'irritation galvanique des impressions plus ou moins vives, et révèlent par des phénomènes non équivoques, la secousse que leur fait éprouver le contact éléctrique ou galvanique. Voilà en quoi consistent tous les travaux de Bichat sur le galvanisme. D'autres travaux plus urgents, des cours multipliés, un service régulier à l'Hôtel-Dieu, qui était le théâtre presque unique de toutes ses observations et expériences physiologiques, enfin sa mort prématurée, l'ont sans doute empêché de porter plus loin ses recherches sur cette partie de la science.*

* L'on voit dans ce rapport que Bichat s'est borné à faire usage de simples armatures, et déja il aurait substitué la pile dans ses expériences, lorsque la mort le ravit à la science. Je dois remarquer que les premiers essais, à l'aide de la pile sur le cadavre des suppliciés, ont été tentés par moi en Italie : ce que j'avais déja annoncé dans mon Essai, sans avoir connaissance des travaux de Bichat, dont mon collègue, le professeur Sue, a bien voulu me donner la notice. Je ne lui saurais trop témoigner ma reconnaissance pour avoir éclairci ce point, et beaucoup d'autres, concernant l'Histoire du Galvanisme. (Note d'Aldini.)

EXTRAIT

Du rapport des expériences galvaniques faites à l'Ecole vétérinaire d'Alfort, en deux séances, du 15 floréal, et 8 prairial an XI.

Les professeurs Gaudine ayant prévenu la Société Galvanique dont ils sont membres, que l'Ecole d'Alfort avait à sa disposition des animaux, et notamment des chevaux attaqués de la morve, sur lesquels on pourrait faire des expériences galvaniques, le président Nauche convoqua à cet effet les membres à Alfort, jeudi 15 du présent. Une grande partie des membres de la société s'y rendit à midi; tous les appareils étaient dressés, et bientôt M. Aldini, conjointement avec les membres des deux Commissions des expériences et des applications médicales réunies, et les professeurs de l'Ecole vétérinaire, procédèrent à la série des expériences dont je ne dois en ce moment que vous soumettre l'histoire, dans le même ordre où elles ont été faites, en présence d'un

grand nombre de savants, d'amateurs étrangers, et des élèves de l'Ecole.

I.[ÈRE] EXP.

Cinq piles de Volta, fonctionnant énergiquement, d'environ 1000 paires de disques de cuivre et de zinc; MM. Aldini, Paroisse, Mojon, Gaudine, ont donné d'abord la commotion à un chien barbet, d'environ dix à douze pouces de hauteur, en plaçant l'arc zinc dans l'oreille droite, et l'autre dans la gauche : l'animal a poussé des cris très-aigus à la première commotion, et a lâché involontairement ses urines. A la seconde commotion, il a jeté des cris aussi violents, a rendu des matières fécales très-liquides; la geule a paru teinte de sang, sans cependant qu'il s'en soit répandu une seule goutte; il n'a cesssé de crier et de faire des efforts pour se soustraire à ces essais.

II. EXP.

Ayant été décapité, et la poitrine ouverte, le cœur s'est contracté; mais le galvanisme rendait les pulsations plus fréquentes et plus

fortes. Cette action sur le cœur, quoique bien prononcée, n'était pas à beaucoup près comparable à celle qui s'est produite sur tout le système musculaire soumis à la volonté.

III. EXP.

La tête étant rapprochée du tronc, les deux arcs placés, l'un à l'anus, l'autre à l'oreille droite, les contractions de tous les autres organes musculaires étaient étonnantes : la pupille s'est dilatée et resserrée, les mâchoires semblaient mues comme par une forte mastication; le mouvement péristaltique des intestins était augmenté; les poils de la tête se sont hérissés et rendus divergents, comme il arriverait par l'action d'une machine électrique ordinaire; une grenouille préparée, présentée sans armature au cou du chien que l'on avait cessé de galvaniser, est entrée en contraction.

IV. EXP.

Une jument morveuse jouissant auparavant d'une santé et d'une vigueur extraordinaire, étant abattue, son pouls donnait 60

pulsations par minute : c'est dans cet état qu'elle a été galvanisée. Les deux excitateurs placés dans les deux oreilles, la commotion portée sur le cerveau a déterminé des contractions épouvantables de tous les muscles : la respiration est devenue grande, fréquente et bruyante; l'animal faisait des efforts violents pour se relever à chaque commotion. Le pouls est devenu singulièrement accéléré, dur, par fois intermittent : par seconde deux pulsations, ou, ce qui est la même chose, 120 à 125 par minute; ses paupières obéissaient à de fréquents et grands clignottements.

V. EXP.

L'un des conducteurs placé à l'anus, la respiration a paru s'accélérer et devenir plus pénible. Les contractions des muscles abdominaux ont été exaltées; l'arc placé à l'anus était fortement repoussé, sans cependant donner lieu à l'expulsion de matières fécales. L'excitateur de l'oreille, porté dans une incision ou plaie pratiquée au cou, dans la direction de la jugulaire, l'animal a été plus agité; le pouls, exploré par le professeur Chaumantel,

conservait de l'irrégularité, de la dureté, et de la fréquence.

VI. EXP.

La plus grande énergie du système musculaire a eu lieu en transportant les arcs, l'un dans les narines, l'autre dans la plaie à l'encoluure: alors la transpiration a été subitement augmentée à la partie interne des cuisses; le pouls était prodigieusement accéléré. La jument a été tuée par l'injection de l'air dans la jugulaire. Le galvanisme a été réappliqué à l'anus et dans l'oreille droite: les mâchoires se sont sur-tout ouvertes et resserrées, les paupières étaient d'une mobilité extrême.

VII. EXP.

Des soubresauts faisaient sortir la langue, mais d'autres mouvements contractiles la forçaient de rentrer; retenue avec une certaine force, l'effort des puissances musculaires la retirait dans la bouche à chaque attouchement galvanique. L'extrémité antérieure droite enlevée, on a remarqué que la section du nerf a déterminé une contraction de cette extré-

mité seulement. Le galvanisme a aussi donné lieu à de pareilles contractions.

VIII. EXP.

La tête a été séparée du corps et placée sur une table. Les conducteurs galvaniques introduits dans les narines et dans le trou occipital, développaient des contractions horribles : les yeux avaient le hideux convulsif. MM. Mojon, Bonnet, et plusieurs autres membres, ont vu très-distinctement la contraction de la pupille. Les oreilles, abandonnées à elles-mêmes, se penchaient en arrière, mais se redressaient avec vitesse, et rendaient cette tête plus effrayante. Les muscles buccinateurs, pyramidaux et releveurs des naseaux, donnaient à ces organes un aspect tel, une action si dévéloppée, qu'il ne manquait que le bruit pour le hennissement.

IX. EXP.

La tête remise en contact, les mêmes phénomènes que ceux décrits lorsque l'animal a

été galvanisé avant d'être décapité, se sont représentés. La tête éloignée du corps d'environ deux et même trois pieds, l'action galvanique s'est également répandue sur la tête et sur les autres parties, comme si elles n'étaient pas séparées. La tête isolée sur une table, et éloignée d'environ quatre à cinq pieds du reste de l'animal, n'a plus joui d'aucune espèce de contractilité ; mais l'épaule droite mise à côté de la tête, et galvanisant les deux, l'extrémité est entrée en contraction, celles de la tête n'ont été que faiblement excitées. Une grenouille dépouillée à la manière accoutumée, suspendue et touchant successivement (sans aucune armature métallique) à différents points de la tête du cheval, la grenouille a donné des contractions

X. EXP.

Un conducteur placé à l'anus, l'autre au cou, les muscles de l'encoluure et ceux des extrémités postérieures étaient ceux qui conservaient encore au plus haut degré la propriété vitale, la contractilité. Le diaphragme galvanisé obéissait à de fréquentes et petites

oscillations contractiles. La moelle épinière de la jument mise à découvert, les deux excitateurs placés, l'un sur la moelle et l'autre sur les organes musculaires les plus correspondants, nulle action ne s'est manifestée ; les armatures reportées, l'une sur les enveloppes de la substance médullaire, et l'autre plongée dans le trou cervical, le systême musculaire n'a donné aucune contraction, en sorte qu'il reste à déterminer si le systême médullaire ne faisait pas en cette circonstance, les fonctions d'arc conducteur, sans transmettre par les paires-nerveuses aucune irradiation galvanique aux organes loco-moteurs.

XI. EXP.

Le galvanisme, dirigé sur la portion musculeuse du diaphragme et à la colonne cervicale, la contraction s'opérait jusque dans les muscles pectoraux et intercostaux. Dirigé sur la portion tendineuse du diaphragme, on ne remarquait aucun mouvement. Les intestins grêles ont joui fort long-temps de leur mouvement péristaltique, MM. Chabert, Gaudine et Bonnet, n'ont jamais pu le pro-

pager dans les gros intestins, même à l'aide du stimulus galvanique : il est vrai que ce paquet intestinal n'étant plus maintenu dans la capacité abdominale, éprouvait des tiraillements en obéissant à son poids.

XII. EXP.

De tous les organes musculaires, le cœur est le seul qui soit complétement demeuré impassible aux violentes commotions galvaniques, lors même qu'il les recevait en l'armant d'un des arcs. Le ventricule droit, percé avec l'une des extrémités du conducteur métallique, il en est sorti des bulles enveloppées d'air, formant une mousse rosacée assez semblable à celle du savon qui aurait été dissous et battu dans une eau colorée en rouge. Le cœur était flasque, molasse, dilaté, et ne contenait presque plus de sang. Ce phénomène a été spécialement remarqué par MM. Chabert, Petit-Radel, Bonnet, Gaudine, Dubourg, Graperon, et plusieurs autres.

XIII. EXP.

Les membres qui dirigeaient les expériences, ont invité les élèves de l'Ecole vétérinaire à

former une chaîne galvanique, composée de quarante à cinquante individus se tenant par les mains humectées avec une dissolution de muriate de soude : l'expérience n'a pu réussir qu'avec la précaution de se placer sur la partie du sol privée d'humidité. Un fait qui mérite d'être noté, est celui d'un élève * de l'école vétérinaire, âgé de 23 ans, dont les mains étaient moins calleuses que celles de ses camarades, et qui étaient presque insensible à la commotion et au courant galvaniques des cinq piles, tandis que ses camarades les trouvaient insupportables et poignantes.

Je passe maintenant aux expériences faites

* Pénétré de l'importance de ce fait, j'ai invité cet élève à se soustraire à la longue chaîne galvanique, et à former un arc lui-même avec ses mains aux pôles opposés de l'appareil. Dans cet état, quoique les mains fussent bien mouillées, il n'éprouva que de très-faibles secousses, tandis que les autres ne pouvaient pas résister à la force et à la violence du courant qui les frappait. Il sera bon de suivre avec beaucoup d'attention des phénomènes analogues, et de les comparer avec ceux de la bouteille de Leyde. L'on sait qu'il y a des individus qui ne ressentent point ou fort peu la commotion produite par une forte décharge électrique. Il sera utile de voir si ces mêmes individus éprouvent les mêmes effets par l'action du galvanisme ; ce qui donnerait un argument de plus pour établir les véritables rapports qui existent entre le pouvoir de ces deux agents.

à Alfort dans une autre séance, tenue le 8 prairial. La commission des expériences et des applications médicales avait chargé MM. Aldini, Legallois et Bonnet, de tracer un plan qui fut présenté et discuté par la Société. M. Aldini avait été chargé de présider à la direction et à l'exactitude des expériences que l'on se proposait de faire. L'appareil, cette fois, était composé de 16 piles d'environ 2,326 plaque métalliques, sur lequel nombre il y avait 240 disques de quatre à cinq pouces de diamètre, percés au centre : il fonctionna d'abord d'une manière si énergique, que les personnes qui, comme le secrétaire Bonnet, en reçurent la commotion involontaire, le caractérisèrent à bon droit et sans peine d'appareil formidable. Le président de la Société, plusieurs membres, et beaucoup d'autres savants, se rendirent à la séance où l'on procéda aux expériences suivantes *.

* Je m'abstiens ici d'insérer une longue série d'expériences concernant l'économie animale, auxquelles la Société se propose de donner des développements ultérieurs, et qui seront publiées par elle-même ; je me suis borné aux faits qui sont en correspondance avec ceux déja annoncés dans mon ouvrage. J'appelle ici l'attention des physiciens sur les expériences faites dans l'intention de vérifier jusqu'à quel point

XIV. EXP.

Sur une jument alezan, de six ans, très-irritable, très-vive, morveuse depuis trois ans. Pouls, avant d'être abattue, 45 pulsations; abattue, 55; galvanisée, 60. M. Chaumantel, explorant le pouls à la queue, reçut une commotion fatigante.

Les arcs placés dans l'oreille et dans la narine droite, la première commotion a prodigieusement excité l'animal: de violentes contractions, des cris aigus et plaintifs, attestaient de vives douleurs. La seconde commotion a rendu les secousses comme convulsives: mêmes cris douloureux et pénibles; une hémorragie nasale très-abondante a fait cesser toute galvanisation: le sang était chassé avec force. MM. Legallois, Charpentier-Saintot, Gaudine, Chabert, les Sénateurs Porcher, Lamartillière, et autres, ont remarqué que la première effusion du sang a eu lieu par la

les animaux sont susceptibles de soutenir la force du courant galvanique, et quels sont les effets d'une pareille administration. Il semble, comme vient de l'observer le professeur Vassalli, que le galvanisme et l'électricité exercent une action différente sur le système nerveux et musculaire.

narine où n'était pas l'excitateur. On peut reprocher à cet instrument sa forme aiguë, et à celui qui le dirigeait, de l'avoir introduit trop profondément. Il eût été bon de n'administrer la commotion qu'après avoir placé les arcs sur des parties moins irritables de l'animal, attendu sa grande sensibilité.

La jument déliée s'est brusquement relevée, elle a été conduite à l'écurie. Le train de derrière obéissait mal à la volonté; on eût dit qu'un fardeau outre mesure, ou qu'un effort considérable, avaient engourdi les organes locomoteurs. Quant à l'hémorragie qui s'est manifestée, nous nous bornerons à rappeler que la jument était morveuse des deux côtés; que conséquemment la membrane pituitaire était malade, ulcérée, en partie détruite; que probablement les membranes des nombreux vaisseaux sanguins qui la tapissent, devaient être amincies et corrodées dans plusieurs points: de sorte qu'il serait difficile d'affirmer si cette hémorragie n'aurait pas eu lieu tôt ou tard, au moindre effort de l'animal. Le Sénateur Aboville a rappelé que les chevaux attaqués de la morve étaient sujets à de fréquentes hémorragies pendant la troisième période de

la maladie; que la jument soumise à l'expérience était à la quatrième période, et n'en avait pas encore eu avant l'administration de ce violent stimulant.

D'après l'observation et le rapport des professeurs d'Alfort, l'hémorragie a fourni du sang assez abondamment pendant deux heures : elle s'est renouvelée pendant la nuit et le lendemain de l'expérience, au point de débiliter beaucoup la jument. La marche de la maladie a été accélérée, et, au bout de deux ou trois jours, les ulcères de la membrane nasale ont paru faire des progrès étonnants, et le pus prendre un caractère ichoreux.

L'effet de la commotion galvanique peut être comparé ou assimilé en quelque sorte à celui d'un exercice violent, qui, en augmentant la circulation, porte, dans le même temps et avec plus d'impétuosité, une plus grande quantité de sang à la tête, ainsi que dans tout le reste du corps, et détermine par fois la rupture de certains vaisseaux frappés de quelque vice d'organisation, ou amincis par le voisinage et le contact de quelque organe en suppuration.

XV. EXP.

Un cheval hongre, de 18 ans, hors de service, abandonné; après avoir été abattu, le pouls donnait par minute 36 pulsations; galvanisé, 58. Les arcs introduits dans la narine et l'oreille bien mouillées, les muscles n'ont pas à beaucoup près été aussi irritables que ceux de la jument; les fléchisseurs l'emportaient sur les extenseurs; l'eau du muriate ammoniacal, qu'on avait versée dans la narine, a été expulsée avec force à la cinquième commotion. Les yeux n'ont cessé d'être convulsifs ; la transpiration était abondante, tout le corps humide, la respiration difficile et élevée.

XVI EXP.

Les narines et la bouche ayant été tamponées, l'animal n'a été suffoqué qu'à la dix-huitième minute. Une bougie allumée, présentée aux naseaux sans galvaniser, nul mouvement oscillatoire de la flamme ne s'est manifesté; mais, galvanisé, la flamme de la bougie a été

vivement agitée à chaque commotion. L'expérience ne paraissant pas encore concluante; la trachée-artère a été disséquée, et une lame circulaire antérieure des cartilages, de la largeur d'un demi-pouce environ, étant enlevée, la bougie a été éteinte à chaque contact du conducteur. La flamme était dirigée en dedans, et n'était cependant soufflée jusqu'à extinction que lorsqu'elle se dirigeait en dehors: en sorte que l'inspiration n'avait que peu d'action sur la flamme, et l'expiration, déterminée par les secousses galvaniques, éteignait la bougie presque à chaque attouchement galvanique. M. Aldini proposa de substituer à la bougie allumée un pendule composé d'un fil soutenant un petit disque de papier; les oscillations eurent lieu comme dans les tentatives faites avec la flamme. La trachée-artère, entièrement coupée de devant en arrière, a donné les mêmes résultats: ils autorisent à penser que le galvanisme, portant son action sur le diaphragme, augmente et diminue la capacité thorachique, puisque l'air y entre et en est chassé par l'inspiration et l'expiration. De-là on peut présumer que le galvanisme peut être de quelque secours dans les asphyxies.

XVII. EXP.

Les deux cavités thorachiques et abdominales ouvertes, les muscles dorsaux et trisplanchniques armés, et successivement le diaphragme et les nerfs, les contractions de tous ces muscles n'ont pas été douteuses; mais si les armatures étaient placées sur le nerf seulement, de manière à être très-rapprochées, ou presqu'en contact, le nerf étant éloigné des muscles, il n'y avait pas de contraction. Le nerf diaphragmatique isolé ou éloigné comme ci-dessus, à deux ou trois pouces de son insertion, soit que les deux excitateurs reposent sur lui, soit que l'un soit placé sur le nerf et l'autre sur le diaphragme, des mouvements de vibration, plutôt que de fortes contractions, ont eu constamment lieu sans une différence notable d'action.

XVIII. EXP.

Le nerf phrénique fortement lié n'a pu empêcher la communication ni les contractions diaphragmatiques: ce qui semble établir une

Digitized by Google

dissimilitude entre le principe galvanique et le principe nerveux, puisque la ligature empêche la circulation du dernier, et n'oppose aucun obstacle à celle de l'autre

XIX. EXP.

Les deux chevaux décapités, les têtes ont été rapprochées : celle récemment séparée a donné un spectacle plus effrayant et plus hideux que l'autre : les yeux roulants dans leur orbite, les oreilles se redressant, les naseaux se dilatant, les mâchoires s'écartant, se serrant, et frappant, comme si l'animal eût eu encore ses fonctions diverses à remplir. L'autre tête ne partageait que faiblement cette influence, qui, dans des temps de barbarie et d'ignorance, eût peut-être enfanté une foule de préjugés sinistres et funestes.

XX. EXP.

La tête distante du tronc de plusieurs pieds, l'action galvanique s'est également répandue sur tout le systême musculaire, comme s'il correspondait et appartenait toujours à un

centre vivifiant et commun. La tête, éloignée autant que les localités le permettaient, et enfin portée à 33 pas du tronc, les mêmes phénomènes ont eu également lieu. A quelle distance le galvanisme aurait-il cessé d'étendre sa puissance sur le tronc et la tête ? Le professeur Aldini resta le jour suivant à Alfort pour examiner ce point, en faisant en grand des expériences sur la propagation du galvanisme dans les eaux de la Marne : il en publiera sans doute les détails.

Nous ne saurions terminer ce rapport sans rappeler ici le zèle et l'intérêt que M. Chabert, directeur de l'Ecole vétérinaire d'Alfort, et tous les Professeurs, ont apporté à seconder les vues de la Société.

Les deux séances furent levées à trois heures pour se rendre à un banquet fraternel. Le savoir et les lumières dirigèrent les recherches expérimentales; mais la gaieté et l'esprit présidèrent au repas.

Ces deux réunions à-la-fois instructives et amicales font sentir de plus en plus la nécessité d'établir de fréquentes communications parmi les savants qui composent cette

Société. La science y trouvera son avantage, et les membres leur délassement et leur satisfaction.

Paris, 15 germinal, an XI.

BONNET, *rapporteur.*

Les phénomènes de la ligature des nerfs ont été considérés par Galvani et par moi, jusqu'à l'époque de 1792, comme une des plus grandes difficultés contre les principes de l'électricité animale qui avaient été établis. J'ai soutenu de fortes disputes à cet égard dans l'amphithéâtre anatomique de l'Université de Bologne, et l'on est convenu que quoique cette difficulté en apparence ait beaucoup de poids, elle ne peut néanmoins renverser la théorie de Galvani. J'invite en conséquence ceux qui croient inexplicables les phénomènes de la ligature, à vouloir bien consulter la théorie de la circulation de l'électricité animale développée par Galvani même dans son dernier ouvrage adressé à Spallanzani, et aussi mes notes sur ce point, jointes à son premier Mémoire. (Note de l'auteur à l'exp. XVIII, pag. 252.)

LETTRE

DE M. FERRY,

PROFESSEUR DE PHYSIQUE ET DE CHIMIE,

ADRESSÉE

AU PROFESSEUR ALDINI.

Paris, ce 29 prairial an XI.

Vous m'avez demandé, monsieur, le précis de l'opinion que j'ai émise dans un discours que j'ai prononcé dans une Société savante de Paris, pendant que vous étiez en Angleterre, sur cette question : *Est-il permis, pour faire avancer le galvanisme, et pour jeter un plus grand jour sur la véritable théorie qui doit le régir, de faire des expériences sur les membres des individus qui ont mérité la mort par leurs forfaits, et que la loi a frappés, et d'y exciter des contractions et des mouvements convulsifs?* le voici.

J'ai avancé alors (et je le soutiendrai toujours), que, dans le doute où l'on est que la *sensibilité* soit éteinte dans ces individus, tandis qu'ils peuvent donner encore des marques de vitalité par le moyen du galvanisme, on doit s'abstenir de semblables expériences, que j'ai représentées comme injustes et immorales, parce qu'elles peuvent prolonger le supplice de ces malheureux. « Rendons cependant justice, me suis-je écrié dans ce « discours, aux savants qui ont fait de pareilles recherches; ils ne se sont livrés à leur « zèle que parce qu'ils n'ont point fait les « réflexions que je viens de faire; et de ce « défaut de réflexions il est résulté des vérités importantes qui resteront. Mais aujourd'hui que je viens de proclamer à cet « égard la vérité, de nouveaux succès dans « ce genre seraient des torts que l'amour « des sciences ne saurait faire excuser. » Au reste, j'ai offert à ceux qui veulent faire avancer le galvanisme sous ce rapport, la classe des quadrupèdes, dont l'organisation a tant de rapports avec la nôtre, comme pouvant les faire parvenir à leur but.

Je pense qu'on ne répétera plus ce qu'on

a déja dit, qu'en m'élevant contre les expériences qu'on a faites, et contre celles qu'on voudrait faire encore sur les cadavres des individus suppliciés, je bannis les opérations anatomiques dans lesquelles on taille et on divise bien davantage les chairs ; ce qui doit, a-t-on dit, occasionner à l'individu de plus grandes souffrances, selon mes principes.

Ceux qui ont prétendu cela, n'ont point réfléchi qu'il y a une grande différence entre les cadavres sur lesquels l'on fait ordinairement les dissections anatomiques, et ceux que l'on destine aux opérations du galvanisme. Les premiers sont ceux de personnes qui ont succombé à des maladies dont la longueur ou la violence soutenue pendant quelques jours, a détruit presque toute leur vitalité, et qui certainement se trouve éteinte après le délai légal de 24 heures. Les seconds appartenaient à des hommes qui sont morts de la manière la plus violente ; et c'est parce que la vitalité, bien loin d'être éteinte en eux, y est au contraire presque tout entière, qu'on en fait les sujets du galvanisme. Ce que je dis des cadavres de ces individus, *qui peuvent avoir encore de la sensibilité*,

ne peut nullement s'appliquer à ceux des personnes qui sont mortes de maladie.

En m'opposant aux expériences que la curiosité ou le desir d'avancer la science, voudrait faire sur les cadavres des individus suppliciés, je n'ai point prétendu qu'il fût toujours illégitime d'en faire sur des individus qui sont dans un état de mort apparente. Lorsqu'un homme a cessé subitement de vivre par asphyxie ou autrement, et qu'on a employé tous les moyens connus pour le rappeler à la vie, rien n'empêche qu'on ne puisse mettre à nu quelques-uns de ses nerfs et de ses muscles, et faire sur lui les opération galvaniques : que dis-je! la raison et l'humanité le commandent. *(Je me permets de supprimer quelques lignes contenant des expressions trop flatteuses que je dois à l'amitié de l'auteur.)* *

Salut, amitié, et très-haute considération,

G. B. T. Ferry.

* Je trouve assez prudentes les réflexions de l'auteur sur l'administration du galvanisme dans les cadavres des suppliciés; mais je tiens toujours qu'il y a beaucoup de points en physiologie à éclaircir, que l'on ne saurait trop décider sans faire usage du galvanisme en pareilles circonstances : je crois même que ces essais pourront mettre en état d'employer avec beaucoup plus de succès les secours de cet agent dans les cas de mort apparente.

NOTICE

Adressée au professeur ALDINI, par GAUDINE jeune, professeur vétérinaire à Alfort.

Le 13 messidor an XI, le maire d'Alfort me fit appeler pour galvaniser un jeune homme qu'on venait de retirer du courant de la Marne, où quatre chevaux qu'il conduisait à l'abreuvoir l'avaient entraîné.

Les renseignements qui me furent donnés prouvaient que le malheureux jeune homme n'avait été retiré de l'eau qu'une demi-heure et même trois quarts d'heure après son immersion; depuis une heure on lui prodiguait en vain tous les secours de l'art, les frictions, les fumigations, l'insufflation, même on avait fait l'ouverture de plusieurs vaisseaux veineux. Des contusions profondes, des échimoses étendues sur la tête, et dans les autres régions du corps, semblaient annoncer que le malheureux était mort plutôt des coups qu'il avait

reçus des quatre chevaux fixés les uns aux autres, que des suites de l'immersion : tout annonçait enfin qu'il ne restait plus d'espoir de le rappeler à la vie.

Je soumis à l'action galvanique ce cadavre deux heures après sa submersion, plutôt pour expérimenter, que dans l'espoir de produire un effet avantageux. Une pile composée de soixante paires de disques de zinc et de cuivre, fut disposée avec la précipitation que la foule et les circonstances d'un tel accident ne manquent pas d'occasionner : faible par le nombre de disques et par son mode d'arrangement, elle fut placée sur un isoloir près de la tête du cadavre étendu sur un matelas; un conducteur métallique partant de la base de la pile, fut fixé sous l'aisselle gauche; un autre fil placé dans la narine du même côté, venait former l'arc à la partie supérieure de la pile. A chaque attouchement les muscles des paupières, des lèvres, de la face, éprouvèrent des contractions sensibles, le bras gauche opéra des mouvements de rétraction faciles à distinguer; cependant le reste du corps parut ne point partager cette

action contractile : je changeai alors la disposition de l'appareil ; le conducteur partant de la base de la pile, fut placé dans l'anus, et l'autre introduit dans le larynx : au premier attouchement tous les muscles de la face se contractèrent, et deux jets d'un liquide écumeux sorti des narines, me prouvèrent que le diaphragme avait participé à cette action ; l'anus permit également la sortie des matières fécales contenues dans le rectum. Je répétai ces attouchements, toujours accompagnés des mêmes phénomènes ; mais l'action décroissante de la pile, et l'inutilité de ces essais pour ranimer un cadavre, me déterminèrent à ne pas pousser plus loin cette expérience.

Appuyé de l'opinion du professeur Aldini, ne m'est-il pas permis de croire que l'agent galvanique serait le moyen le plus puissant pour rendre à la vie les noyés retirés de l'eau à temps, et que les soins ordinaires ne peuvent ranimer ? Ne peut-on pas le considérer dans ce cas comme le maximum des efforts de l'art ? Cette question est importante à résoudre ; elle ne peut manquer de fixer

l'attention d'un gouvernement éclairé.

Gaudine jeune laisse au professeur Aldini le soin d'examiner cette note, et l'abandonne entièrement à ses lumières.

Estime, considération et dévouement,

GAUDINE *jeune*.

Digitized by Google

LETTER

OF SIR CHRISTOPHER PEGG,

PROFESSOR OF ANATOMY,

Upon some experiments of professor ALDINI, on galvanism lately repeated at the University of Oxford.

Oxford, 20 december 1802.

SIR,

Y have had the satisfaction of publickly exhibiting at my lectures the curious experiments on the effects of the galvanic fluid, which you were so good as to display, when you honoured me with a visit in Oxford.

The effects were very striking when the metalic arc was conveyed thrò the medium of the pile, which was made with eighty pieces of zinc, and as many of copper.

Digitized by Google

The convulsions of the animal were very strong even when the head was removed at short distance from the Body provided the intervening surface of the table was moistend with salt and water.

Y next tried your interesting experiments when the arc was wholely animal by introducing a finger of my left hand into the theca vertebralis of a dog, and of a rabbit so as to touch the spinal marow, and holding in my right hand a frog prepared accordinly to your own directions brought in contact with the inside of the thorax of the animal so that the section of the spine of the frog where the nerves go off the lower extremities should touch the side of the thorax, when the muscles of the thigh and leg of the frog were sensibly convulsed. Care had previously been taken to moisten my own hands, etc. with a strong solution of common salt.

We then tried to affect the heart of the animal both in and out of the body by means of the pile; and, i must confess it appeared obedient to the same power thò in a very slight degre, and we were all sensible of the movements of the heart and especialy of

the right auricle, the instrument having been brought in contact with the right ventricle.

Doctor Bancroft, M. Price and several of my friends tried the effects of passing the fluid thrò flame : there was none produced when the flame was touched; but when a metallic instrument was passed thrò the flame, so as to touch the spirit of wine or the silver spoon in which it was burning and which was placed at the top of the pile, the shock was then as considerable as usual.

Y have the honour to be with great respect,

Sir,

Your most obedient servant.

CHRISTOPHER PEGG.

ALDINI,

PROFESSEUR DE L'UNIVERSITÉ DE BOLOGNE,

Au professeur VASSALLI-EANDI de Turin.

Paris, 28 thermidor an XI.

VOTRE lettre du 17 floréal an XI, vient d'enrichir la théorie du galvanisme d'expériences fort intéressantes. Je fais mention dans mon ouvrage de la propriété que je vous communiquai avant de passer en France; savoir, que le galvanisme emporte avec lui des parties des corps où il se développe, ou par lesquels il passe : je suis bien aise d'apprendre vos belles découvertes faites sur ce sujet avec le célèbre chimiste Giobert. Je répète à présent avec du fil de platine, les essais commencés en Italie, à l'aide de fils de cuivre argenté, et je ne doute pas que l'usage de ce métal ne donne des résultats plus satisfaisants ; car, si les oxides des métaux employés dans la pile sont transportés à

différents points de l'arc de platine, l'on ne pourra pas attribuer à l'action du galvanisme sur la platine les oxides étrangers que l'on trouve à sa surface.

Ce résultat acquiert encore plus d'importance lorsque nous considérons la simple action du galvanisme animal ; car, si le galvanisme, en passant du systême des nerfs à celui des muscles, emporte avec lui des substances animales dans les différents organes où il agit, l'on pourra un jour développer, en physiologie, bien des phénomènes qui n'ont reçu jusqu'à présent que des explications hypothétiques. Il est encore à remarquer que le courant galvanique, qui, au commencement, semble n'opérer aucun changement sur les fluides animaux, vient d'y manifester son action d'une manière étonnante par son influence continuée et répétée pour un temps donné. Ainsi une force galvanique, quoique faible en apparence par elle-même, produit néanmoins de grands effets, en raison du temps qu'elle exerce son pouvoir sur les substances soumises à son action. L'on ne ne doit pas, à mon avis, comparer ces effets à ceux d'une simple électrisation, et l'on ne

peut pas même les produire avec le courant d'une bouteille électrisée.

Qu'il me soit maintenant permis de vous informer, ainsi que vos collègues, de différents sujets concernant l'état actuel de la science du galvanisme ; je tâcherai de choisir ceux qui pourront plus directement intéresser vos recherches.

L'appareil de M. Allizeau, dont particulièrement vous me demandez la description, consiste en disques de cuivre et zinc soudés ensemble, et sertis dans leur contour avec un anneau plat de métal couvert d'un vernis. A la partie supérieure de chaque couple est mastiqué un anneau de faïence ou de porcelaine, dont la cavité reçoit du sel commun, ou muriate de soude, qu'on n'a pas réduit en poudre fine. Ce sel est humecté de manière que l'eau remplisse entièrement les intervalles de ses cristaux. La cavité de l'anneau est tellement remplie, que la surface inférieure de l'étage qui repose immédiatement sur lui, qui par conséquent répond au côté cuivre de cet étage, est, dans tous ses points, en contact avec le sel solide et l'eau interposée, et que l'air n'interrompt point ce contact, autant qu'il est possible. Le

muriate de soude et l'eau ayant peu d'action sur le cuivre sans le concours de l'air, et l'anneau de porcelaine bien dressé fermant assez exactement l'accès de l'air environnant, son action sur la surface des disques et l'oxidation qui en est l'effet, sont réduits à très-peu de chose. Il n'en est pas de même lorsque l'intermédiaire est formé d'eau pure ou d'une dissolution liquide, ou de muriate d'ammoniaque, ainsi que M. Allizeau s'en est convaincu dans des tentatives antérieures. Il a également observé que le muriate de soude en poudre très-fine ne réussissait pas à cet égard autant que le sel qui est en cristaux: c'est dans cet état qu'est ordinairement le sel de cuisine. Le reste de l'appareil ne diffère point des appareils ordinaires.

Les commissaires de l'Institut National ont mis en comparaison cet appareil avec une pile ordinaire composée de quarante couples semblables, et à-peu-près de même diamètre. Les effets de l'une et de l'autre pile comparés étaient sensiblement égaux, avec la différence que son action était beaucoup plus durable, et que les plaques, en parité de circonstances, étaient moins oxidées que dans

les appareils ordinaires. Ils ont observé l'action de cet appareil jusqu'à cinquante-trois jours; mais, à la force qu'il avait alors, il annonçait assez qu'il aurait pu fonctionner encore davantage. Quand l'appareil commence à s'affaiblir, l'on peut faire reparaître son énergie en l'humectant avec de l'eau pure. Vous trouverez dans cette construction beaucoup d'analogie avec d'autres appareils imaginés par moi, et décrits dans mon ouvrage. M. Allizeau faisant différents essais sur sa pile, aperçut qu'il était possible d'y mettre plus de simplicité, et il fut conduit à proposer, sur les mêmes principes, un autre appareil composé de couples zinc et cuivre, fondus ensemble en forme de calottes concaves du côté supérieur, et convexes du côté inférieur. On les remplit de sel solide humecté d'eau; et ainsi disposés, l'on conçoit que le contact doit être aussi complet qu'on peut le desirer, et que l'air extérieur n'a accès que sur les bords, dans les points sensiblement élevés au-dessus du niveau de l'impression formée dans le sel par la partie convexe de la calotte supérieure à chaque étage. Cette pile comparée à l'autre, a sensiblement les

mêmes avantages ; on en répare l'humidité avec encore plus de facilité, et sa construction est * beaucoup moins coûteuse.

Si les bornes d'une lettre le permettaient, je passerais volontiers à des détails intéressants, concernant la construction des appareils galvaniques. La conversation de beaucoup de savants nationaux et étrangers que l'on rencontre dans de grandes villes, telles que Paris et Londres, m'a fourni beaucoup de lumières à cet égard : j'ai admiré le superbe appareil de M. Pepys, qui a bien voulu me prêter son assistance dans les expériences faites à l'amphithéâtre anatomique de l'hôpital Guy et St.-Thomas de Londres. Son appareil est composé de deux grandes cuves galvaniques tournant sur des pivots, et met d'une manière étonnante tous les métaux en combustion. Il y a un double entonnoir très-ingénieux pour remplir à-la-fois plusieurs cellules de ces cuves. A cette occasion j'ai vu dans son laboratoire une pompe pneumatique

* M. Allizeau a bien voulu me permettre de vous donner ces notices originales, telles qu'elles sont insérées dans l'EXTRAIT du Rapport de la classe des Sciences physiques et mathématiques de l'Institut national, du 8 messidor an XI.

en acier, d'une construction entièrement nouvelle, dont il rendra bientôt compte lui-même au public. J'ai appris que l'on a construit aussi de grands appareils galvaniques en Russie, et que l'Empereur, protecteur et ami très-distingué des sciences et des arts, favorise particulièrement les progrès de cette découverte. J'attends des détails sur plusieurs expériences faites par les physiciens du Nord, lesquelles seront insérées dans mon Histoire du Galvanisme.

L'on a dernièrement substitué à la dissolution du muriate de soude des draps trempés dans de la bile, et l'on m'assure que l'action de la pile est très-forte. Je pense qu'en formant plusieurs piles avec des draps imbibés de différents fluides animaux, l'on pourrait, toutes choses égales, juger de leur conductibilité, et de l'action du galvanisme sur eux. J'ai commencé quelques essais dans ce genre avec l'appareil de couronne à tasses remplies de divers fluides animaux. M. Dumotiez m'a observé qu'il est bon de préférer, dans la construction de la pile, les draps blancs à ceux de toute autre couleur : il trouve que l'oxidation des plaques est moindre ; ce qui est un

avantage à considérer. M. Fortin m'a montré une méthode d'emboîter les plaques de zinc avec celles de cuivre, de manière qu'il n'est pas nécessaire de les souder ensemble, afin d'éviter l'oxidation des surfaces qui sont en contact. J'ai vu chez M. Robertson une pile formée de pièces d'argent, d'oxide noir et de manganèse, et chez M. Craperon un appareil ingénieux dont il se sert pour faire passer le courant galvanique à travers différents fluides animaux, sans que les arcs métalliques soient en contact avec eux.

L'on cultive encore avec beaucoup de zèle le galvanisme en Amérique. M. Priestley * jette de grands doutes sur la décomposition de l'eau, et il croit avoir trouvé dans le galvanisme des preuves pour appuyer son inimitié déja connue contre les fondements de la nouvelle chimie. Mais sa principale observation de l'huile placée à la surface de l'eau, qui empêche selon lui le développement des fluides aériformes, n'est pas encore assez constatée : d'ailleurs, les tentatives faites à cet

* Observations sur la colonne de Volta, par M. Priestley. — Annalen der physik von Gilbert, an. 1802, HALLE.

égard à Berlin et en Allemagne, où l'on s'occupe du galvanisme avec le plus grand succès, prouvent le contraire.

Le duc de Saxe Gotha vient de faire construire une grande pile composée de six cent couples de cuivre et de zinc. Le prince de la Tour-Taxis s'est procuré un appareil galvanique d'une grande énergie, dans l'intention de soulager l'humanité souffrante. Il est dédié à Esculape, et en forme de temple, dont six colonnes qui le soutiennent sont les piles mêmes. Cette grande batterie galvanique est exposée dans un appartement de la résidence du prince, où tous les savants nationaux et étrangers ont un libre accès pour faire des essais, sous la direction de M. Winkler, médecin de la cour, et de M. Gérolt, professeur de chirurgie ; l'on tient un journal de toutes les expériences remarquables, et des phénomènes qui accompagnent l'administration du galvanisme.

M. Veber fait mention d'un accident singulier qui mérite d'être rapporté ici. Le prince devint sourd de l'oreille droite ; il y avait déja environ un mois qu'il était affecté de cette maladie : l'oreille fut galvanisée, et,

après une courte administration, elle fut entièrement rétablie. Ainsi ce Prince, ami de l'humanité, après avoir formé cette belle institution, dans l'intention de guérir les autres, a joui le premier des fruits de sa philanthropie, et s'est trouvé récompensé de sa * noble entreprise.

Parmi les savants qui se sont distingués en Allemagne, l'on doit nommer M. Ritter pour l'importance et la multiplicité de ses travaux : j'espère que vous voudrez bien me permettre de vous en rendre compte, puisqu'ils sont entièrement liés à vos recherches et aux miennes.

Suivant M. Ritter, l'action du pôle positif de la pile dispose les métaux à se combiner avec l'hydrogène. Si l'on arme le pôle positif d'une feuille d'or battue, et le négatif d'un morceau de charbon, lorsqu'on établit la communication entre ces substances, la feuille d'or brûle avec une lumière éclatante, et le charbon reste intact ; mais si l'on place le charbon du côté positif, et l'or du côté négatif, c'est le charbon qui brûle, et l'or se fond. Le contact du pôle négatif sur la sur-

* Veber, JOURNAL DU GALVANISME, vol. I. Landshaut, 1802.

face brillante du mercure laisse une trace différente de celle que produit le pôle positif.

M. Ritter prétend aussi que tous les effets de la pile sur le corps animal se réduisent à des expansions et à des contractions. Toutes les parties du corps humain prennent un plus grand volume au contact du pôle positif; elles se resserrent par le contact du pôle négatif: par exemple, l'action du pôle positif sur la langue y produit, au bout de quelques minutes, une légère élévation; au lieu que le pôle n'y produit qu'un petit enfoncement. Si une même personne touche les deux pôles avec les deux mains mouillées, le pouls s'accroît d'intensité dans la main qui est en contact avec le pôle positif; il diminue de force dans l'autre: le nombre de ses battements reste toujours le même. L'extension produite de cette manière dans les organes est suivie d'une sensation de chaleur, et le resserrement d'une sensation de froid. L'œil en communication avec le pôle positif voit les objets rouges, plus grands et plus distincts; en contact avec le pôle négatif, il les voit bleus, plus petits et plus confus. La langue reçoit du pôle positif le goût acide; du négatif le goût

alkalin; les oreilles étant en contact avec le premier, tous les sons semblent plus bas; avec le second ils semblent plus hauts. En général les deux pôles de la pile produisent des effets opposés.

Je ne pourrais pas parcourir dans une lettre les nombreux travaux des physiciens d'Allemagne, dont j'ai reçu dernièrement à Paris plus de vingt ouvrages: je me propose d'en développer les notions principales dans mon Histoire du Galvanisme. En attendant vous pourrez consulter vous-même ces notices précieuses rassemblées dans les productions de Ritter, Veber, Augustin, Reinhold, publiées cette année à Berlin, Leipsick, Jena, et Landshut; vous y trouverez toujours adopté le nom de galvanisme. Je crois bien que l'on ne pourra pas me reprocher de m'en être constamment servi dans mon Ouvrage, au lieu d'y substituer celui d'électricité animale, ou simplement d'électricité. Sans entrer dans les raisons qui pourraient appuyer la nomenclature adoptée, j'observerai qu'elle ne vient pas des physiciens d'Italie, mais qu'elle a été créée et conservée jusqu'à présent par toutes les Académies de l'Europe, et que par

conséquent l'on n'est pas autorisé, sans des arguments ultérieurs, à enlever à une découverte le nom du génie qui l'a faite. Au reste je ne tiens pas aux mots; quel que soit l'expression que l'on préfère, mon ouvrage, quant au fond, sera toujours le même aux yeux des vrais philosophes et de tous ceux qui se rappelleront avec Tullius : *non verborum opificem, sed rerum inquisitorem, decet esse philosophum.*

J'ai l'honneur de vous témoigner,

Estime et amitié,

ALDINI.

RAPPORT

De quelques expériences galvaniques sur le platine, ADRESSÉ A S. E. LE CHEVALIER NICOLAS AZZARA, AMBASSADEUR D'ESPAGNE PRÈS LA RÉPUBLIQUE FRANÇAISE.

LA difficulté de substituer le platine aux différents métaux qui composent la pile, a été, à mon avis, jusqu'à présent un obstacle à la perfection de nos expériences galvaniques, perfection que l'on aurait obtenue en employant ce métal. V. E. a bien voulu, dans cette circonstance, montrer l'intérêt qu'elle prend à tout ce qui regarde les progrès de la science, en me fournissant le platine nécessaire à de telles recherches. Je m'empresse en conséquence de vous transmettre l'exposé des résultats obtenus avec mes appareils, auxquels l'interposition d'un métal qui n'est pas oxidable a donné beaucoup de précision. Le célèbre chimiste Vauquelin m'a ouvert son laboratoire, et m'a aidé de ses lumières. M. Gennety, artiste

très-habile en tout ce qui concerne le travail sur le platine, s'est prêté avec beaucoup de zèle à mes essais.

Nous avons commencé par former différents alliages avec neuf parties de cuivre et une de platine; et, variant ensuite par degrés la proportion de ces métaux, nous sommes parvenus à unir ensemble trois parties de cuivre avec une de platine : le but de ces différents alliages était d'avoir un composé malléable, sans être sujet à s'oxider; mais, malgré tous nos efforts, nous n'avons pu obtenir cet heureux résultat : car quand il y avait peu de platine dans l'alliage, il était très-oxidable, et lorsqu'il y en avait beaucoup, il n'était que très-peu malléable, et ne pouvait être laminé sans se graisser et se fendre. M. Gennety croit qu'il faudrait multiplier et modifier les expériences, soit en donnant une chaleur plus forte et plus longtemps continuée, soit en variant les proportions des substances métalliques, et qu'ainsi l'on arriverait à un alliage malléable, qui serait à-peu-près aussi difficile à s'oxider que le platine lui-même.

En attendant les résultats des essais que

M. Gennety exécutera sur cet objet, je l'ai engagé à me faire une pile de 50 plaques de platine pur, afin de le combiner à volonté avec différents métaux. C'est l'appareil avec lequel le professeur Vauquelin et moi nous avons entrepris les expériences suivantes.

1°. Nous avons formé une pile de 50 couples de disques de platine et de zinc, avec les draps trempés dans une dissolution de muriate de soude : l'action du galvanisme a été bien faible. Répétant l'expérience en mouillant les rondelles de drap dans l'acide nitrique étendu d'eau, les effets ont été un peu plus prononcés ; ils étaient néanmoins peu énergiques en comparaison de l'action que l'on obtient du zinc combiné avec du cuivre ou de l'argent. Des observations m'ont appris qu'il était utile d'employer ce dernier acide dans les autres expériences, ce qui est utile pour établir la parité des circonstances.

2°. Nous avons composé cette fois la pile de plaques de même diamètre, de platine et d'argent, avec le drap trempé comme à l'ordinaire: l'action était très-faible, et elle ne devenait sensible que lorsque l'on approchait la main découverte en quelque partie de son épi-

derme; les électromètres à condensations, que nous avons employés pour essayer l'action de cette pile, ne montraient que de petites variations.

3°. Une pile composée de 50 plaques de platine et de cuivre, a donné une très-forte secousse et une électricité bien sensible à l'aide des condensateurs; les effets ont augmenté en faisant la combinaison avec des disques de platine et de fer-blanc.

4°. Pour éloigner, dans la composition de la pile, le platine et le zinc, nous l'avons composée cette fois de plaques de cuivre et de fer-blanc, avec la même dissolution ordinaire : les effets ont été plus sensibles que dans les combinaisons précédentes, non seulement à l'électromètre à condensations, mais encore au système animal approché de l'appareil : il suffisait de 30 paires de ces plaques pour avoir la secousse et un éclair très-brillant.

Ces expériences m'ont conduit à entrer dans une discussion déja élevée par les physiciens, savoir, si les effets de la pile doivent être considérés comme un produit de combinaisons chimiques. Nos expériences

semblent nous déterminer à reconnaître une forte influence des agents chimiques pour exciter le galvanisme, puisque l'on obtient des effets qui sont en proportion avec les différents procédés. Nous avons voulu réaliser nos conjectures en répétant la seconde expérience avec une dissolution capable d'agir sur l'argent et le platine même; à cet effet nous avons composé une pile avec ces deux métaux, en y interposant des draps mouillés d'acide nitro-muriatique étendu d'eau. L'action de cette pile a été beaucoup plus forte que celle où on avait fait usage de l'acide nitrique, qui attaquait seulement un des métaux. Nous avons pu constater ce résultat par la divergence beaucoup plus considérable des électromètres.

Ces expériences sont très-conformes aux essais que j'avais faits au Collège royal d'Espagne à Bologne, qui favorisa avec beaucoup d'intérêt mes recherches, et me facilita les moyens de faire en grand des essais sur l'influence de l'or dans le galvanisme.

5.° J'ai formé différentes piles à 10, à 20, et jusqu'à 50 paires de plaques d'or et d'argent, en y interposant la dissolution de mu-

riate de soude : le galvanisme refusa constamment son action. J'ai répété l'expérience avec le même nombre de plaques d'or et de zinc, et le galvanisme se manifesta sur-le-champ, quoiqu'il n'y eût que l'oxidation d'un seul métal ; il est à présumer que l'or employé dans l'expérience ne pouvait contracter l'oxidation, parce que les plaques d'or n'étaient pas de la monnaie moderne, mais des pièces ou médailles anciennes, qui contenaient très-peu d'alliage.

6.° J'ai renfermé dans des cloches de verre différentes piles composées de plaques d'or et d'argent, et ensuite des piles dont les métaux étaient combinés avec du zinc comme à l'ordinaire : il ne parut aucune altération dans l'air de l'appareil, et la bougie introduite sous la cloche un ou deux jours après ne s'éteignit point ; les résultats varièrent dès que l'on fit la combinaison de l'or et de l'argent avec le zinc.

7.° J'ai substitué, dans les expériences précédentes, à la dissolution de muriate de soude, une autre qui pouvait agir sur un des métaux qui composaient la pile. En conséquence j'ai formé une pile à plaques d'or et d'argent, en

y interposant des draps mouillés avec l'acide nitrique étendu d'eau, qui ne décomposa pas sur-le-champ les plaques de métal, mais fit action sur elles. Dans cet état, la pile à 50 plaques d'or et d'argent donna une petite commotion, qui était plus sensible lorsqu'il y avait à la main une légère excoriation.

Ces expériences répétées dans la série entière des métaux, en faisant usage de plaques de même épaisseur et de même diamètre, et toutes autres circonstances d'ailleurs égales, pourraient donner une table complète de la différente conductibilité des métaux, et leur différente aptitude à exciter l'influence galvanique. L'on pourrait mettre toute la précision possible dans cette nouvelle échelle en essayant l'électricité des plaques à l'aide des condensateurs, et en examinant le plus ou le moins d'absorption d'une quantité donnée de gaz oxigène dans laquelle serait plongée la pile; l'on examinera même s'il pourrait être utile d'essayer la quantité de fluide aériforme qui serait développée pendant un temps donné dans l'appareil connu de la décomposition de l'eau. En tout cas, on trouvera indispensable d'étendre les expériences galvaniques à la sé-

rie entière des métaux, afin de compléter l'échelle imparfaite que nous avons jusqu'à présent ; l'on pourrait même y comprendre les alliages métalliques les plus connus, tels que le métal des cloches, le cuivre jaune, et le palladium de M. Chenevix *, et même d'autres substances, telles que les sulfures et carbures de fer, les charbons et les schistes. Mais une telle série d'expériences faites avec la précision et la richesse des moyens qui seraient nécessaires, ne pourrait pas être achevée sans de grands secours ; il appartient aux Sociétés savantes de la faire exécuter avec l'étendue qu'elle mérite.

Revenant au platine qui est l'objet spécial de ce rapport, je remarquerai avec M. Vauquelin que, vu le haut prix de ce métal et la difficulté de s'en procurer, il serait bon de construire des plaques de différents métaux doublées en platine. M. Pictet, auquel j'avais fait part de plusieurs tentatives consignées

* The effects of galvanic electricity upon palladium were the same as upon gold and silver. No oxidizement of the substance took place, but oxygen gas was emitted, during the whole time it formed a part of the galvanic cercle in action. — ENQUIRIES CONCERNING THE NATURE OF PALLADIUM, by Richard Chenevix. London, 1803.

dans mon Ouvrage, m'engagea à une pareille recherche. J'ai eu d'abord recours à M. Gennety, qui m'a montré ses essais en ce genre, entr'autres une capsule de cuivre doublée en platine, dans laquelle M. Vauquelin avait fortement échauffé des acides concentrés, sans qu'il y eût la moindre dissolution de cuivre. Le célèbre Guyton-Morveau possède dans son laboratoire, riche en objets de platine, des cuillers doublées de ce métal : tout cela m'a fait naître l'espoir de former les plaques avec la méthode que je m'étais déja proposée. En effet M. Gennety est occupé actuellement à me construire cet appareil, dont je profiterai pour suivre ces recherches en Italie.

Des conférences sur le platine, tenues avec d'habiles artistes, m'ont mis en état de faire une nouvelle application de ce métal ; et quoiqu'elle ne concerne pas le galvanisme, il sera bon néanmoins de le rapporter içi. M. Le Noir me montra un pendule à compensations, d'une forme ingénieuse, imaginé par lui, et en même temps un étalon du mètre en platine ; ce qui nous conduisit à nous entretenir longtemps sur la dilatation du verre, à-peu-près égale à celle du platine. Le pyromètre dont

le professeur Guyton-Morveau a fait part dernièrement à l'Institut national, vient à l'appui de mes idées à cet égard. Je me suis donc livré à faire construire des thermomètres qui devaient servir à des expériences délicates, avec l'échelle en platine. J'étais d'autant plus porté à cette construction, que l'on pourrait éviter l'inconvénient ordinaire, que les degrés de dilatation du fluide dans les thermomètres ne sont pas en correspondance avec l'échelle qui devrait les représenter. J'ai vu il y a longtemps, dans le cabinet de Florence, cet inconvénient évité en gravant les degrés de l'échelle du thermomètre sur le tube même du verre. Mais, soit que l'on fasse cette gravure à l'aide d'une machine, soit qu'on l'exécute par le moyen de l'acide fluorique, on ne peut jamais avoir des subdivisions aussi délicates et aussi apparentes que sur une plaque de platine, avec laquelle nous avons aussi l'avantage de pouvoir plonger l'instrument dans les acides les plus forts sans le dissoudre.

M. Le Noir ayant approuvé cette idée, je me hâtai de la faire exécuter par M. Gennety, qui me dit avoir reçu une pareille commission de la part de M. Proust, chimiste dis-

Digitized by Google

tingué qui honore l'Espagne, et qui a, je crois, l'intention de présenter à V. E. un instrument plus exact que ceux qui se font ordinairement. J'ai été charmé de trouver mes projets conformes à ceux de ce savant ; et son autorité m'encourage à recommander le platine pour en faire usage dans la construction des thermomètres, toutes les fois qu'on voudra connaître avec la plus grande précision les différents degrés de température.

Pour revenir sur mon sujet, je rapporterai les résultats que j'ai obtenus avec M. Vauquelin sur la conductibilité de quelques procédés chimiques à l'égard du galvanisme. Nous avons soumis à son action l'éther sulfurique, qui a refusé constamment le passage au courant de la pile ; alors exposant séparément à l'action du galvanisme l'alkool et l'acide sulfurique, les effets furent presque toujours les mêmes. J'ai répété l'expérience avec une solution d'opium dans l'alkool : quelques minutes après il y a eu une précipitation très-sensible de l'opium.

Dans cette occasion, nous avons essayé encore l'appareil fait par M. Dumotiez pour éprouver l'action du galvanisme dans diver-

ses espèces de gaz. La cloche a été remplie de gaz acide carbonique, soumis à l'influence galvanique d'une pile de 50 plaques d'argent et de zinc. La pile, explorée chaque jour, montrait son action ; ce qui a eu lieu jusqu'au cinquième jour. L'expérience a été faite à la fin du mois de messidor dernier, lorsque le thermomètre marquait les plus hauts degrés de chaleur. Ce résultat est conforme aux expériences faites par MM. Biot, F. Cuvier et par moi, dans le vide, et dans plusieurs fluides aériformes.

Nous avons enfin essayé trois piles, dont la première était formée de quatre plaques de platine combinées avec autant de cuivre ; la seconde, du même nombre de plaques de platine et argent ; la troisième, de platine et de fer-blanc. Ces piles ont été couvertes par des récipients de verre d'un pouce de diamètre et 8 de hauteur, en interceptant toute communication avec l'air atmosphérique, et plaçant cet appareil dans la cuve hydro-pneumatique. Dix-huit heures après j'ai examiné les trois piles, et j'ai observé qu'elles avaient toutes absorbé une portion d'oxigène de l'air atmosphérique ; mais que l'absorption dans celle

composée de platine et de cuivre était beaucoup plus considérable que dans les autres. Il serait utile de suivre ce genre d'expériences avec des piles plus énergiques, en variant la combinaison des métaux qui les composent. En attendant, qu'il me soit permis de faire quelques réflexions générales sur les expériences déja exposées.

Si des sels de nature différente et des acides plus ou moins délayés sont capables d'augmenter ou de diminuer l'action d'une pile composée de différents métaux, soit qu'il y ait beaucoup d'opposition entre eux, comme le zinc et l'argent, soit qu'il y en ait peu, comme entre l'argent et le platine; il semble qu'en pareil cas les physiciens, sans compter sur l'hétérogénéité des métaux, doivent recourir à des menstrues différents qui agissent sur les plaques de la colonne. Ce genre de recherches, entièrement nouveau en soi-même, répandra beaucoup de lumières sur les effets galvaniques des métaux, lorsqu'un sel ou un acide les met en action. Supposez, par exemple, qu'une pile de vingt paires de plaques d'argent et de zinc, ayant pour corps humide une dissolution de muriate de soude, donne

Digitized by Google

dix degrés d'électricité, qu'un autre appareil d'un nombre égal de plaques métalliques de la même nature et du même diamètre, donne, avec l'acide nitrique délayé, une intensité électrique égale à seize : alors il sera évident que quoique les métaux soient les principaux agents de l'électricité, néanmoins elle est développée par l'action que les sels ou les acides exercent sur les substances métalliques.

Il est également constant que de la plus ou moins grande oxidation des métaux, les effets électriques sont augmentés ou diminués, et qu'enfin ces effets éprouveront du changement en raison de ce que l'oxidation aura lieu dans les deux métaux, ou dans un seulement. Nous avons vu en effet que le muriate de soude, capable d'oxider le zinc seul, n'excitait dans la pile sur laquelle il agissait que dix degrés d'action, et que la pile humectée avec l'acide nitrique propre à oxider également l'argent et le zinc, en fournissait seize, de manière que les six degrés de cette plus grande intensité doivent être attribués à l'oxidation de l'argent, laquelle n'a point eu lieu dans la pile humectée avec la dissolution de muriate de soude. Il reste pourtant

à examiner si l'action est plus durable dans cette dernière pile, que dans celle qui est montée avec le drap humecté par l'acide nitrique : alors la plus grande activité de celle-ci aurait lieu peut-être aux dépens de la durée du temps de son action. Quoiqu'il en soit, il est certain que divers menstrues produisent une intensité différente d'effets ; que l'action de ceux-ci ne doit point être considérée comme un simple résultat d'une propriété conductrice, mais bien comme une puissance oxidante ; qu'enfin, cette puissance oxidante changera le degré d'action de la pile en raison de ce qu'elle agira ou sur un métal ou sur tous ceux qui la composent.

Telle est la série des faits et des considérations que je vous prie d'agréer comme un tribut public de mon respect particulier et de ma reconnaissance : veuillez bien en faire part aux savants d'Espagne, qui profiteront sans doute d'un métal précieux dont votre Nation semble avoir la possession exclusive, pour augmenter et enrichir nos connaissances, et contribuer aux progrès de la science.

J'ai l'honneur de témoigner
A. V. E.
Ma plus haute estime et mon profond dévouement,

ALDINI.

NOTE.

J'ai reçu, en terminant cet ouvrage, plusieurs Notices que j'aurais été bien aise de pouvoir insérer. J'apprends que MM. Pagès et d'Hombres ont récemment obtenu la guérison parfaite d'un idiotisme le plus complet à l'aide du galvanisme : ce qui doit inspirer une nouvelle confiance pour la méthode que j'ai proposée dans le traitement de la folie mélancolique. M. Orsted, docteur en l'Université de Copenhague, me donne avis des travaux galvaniques qui occupent les savants de ce pays, ainsi que des nouveaux appareils inventés par lui-même. Le docteur Masuyer, professeur à Strasbourg, m'annonce, par sa lettre du 1.er thermidor an 11, quelques expériences propres à développer les phénomènes de l'économie animale. Il croit qu'il y a peu de circonstances où un fluide mis en contact avec un liquide ne détermine un mouvement quelconque du fluide électrique, ou un changement dans son équilibre, et que la plupart de toutes les saturations sont également accompagnées d'électro-motions ; il est aussi porté à croire que l'action hydrogénante et oxygénante, et peut-être même l'acidité et l'alkalinité de plusieurs substances,

sont dues à une puissance particulière de ce fluide. Le docteur Mongiardini et le professeur Joseph Mojon sont actuellement occupés à Gênes de l'administration du galvanisme à différentes maladies ; ils recherchent aussi à constater l'influence de cet agent dans les végétaux. Mes collègues Vassalli et Giobert de Turin se sont livrés à de grands travaux sur la décomposition de l'eau, et sur d'autres phénomènes intéressants en physique et en chimie. Le professeur Dumas, par sa lettre du 10 thermidor an 11, me promet un Mémoire sur le galvanisme, considéré comme moyen auxiliaire dans les expériences de physiologie, et dans le traitement des maladies : ce Mémoire sera accompagné d'une lettre sur le galvanisme en général, et sur mes essais en particulier. Si mes occupations actuelles, et la nécessité de rentrer dans mes foyers, m'empêchent de poursuivre ces recherches, et d'enrichir pour le présent cet ouvrage des travaux et des lumières qu'ont bien voulu me communiquer ces illustres savants, je m'engage néanmoins à saisir avec empressement une autre circonstance d'en rendre compte au public.

FIN.

TABLE

DES MATIÈRES CONTENUES DANS CE VOLUME.

FIN DE LA TABLE.

Digitized by Google

TABLE GÉNÉRALE

ET ALPHABÉTIQUE

DES MATIÈRES.

A

B

C

D

E

F

G

H

I

K

L

M

O

P

R

S

Digitized by Google

T

V

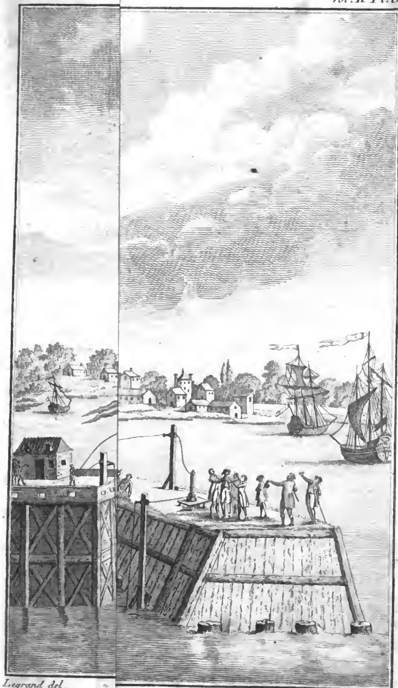
Z.

FIN DE LA TABLE GÉNÉRALE.

007019
SBN

Digitized by Google


BIBLIOTECA NAZIONALE VITT. EM. III
NAPOLI

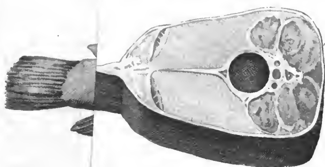


Legrand del. *Blanchard Sculp*

Digitized by Google


NAPOLI
VITTORIO

Fig. Fig. 3.

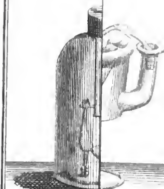


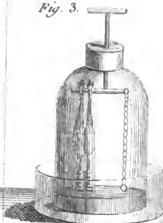


Digitized by Google

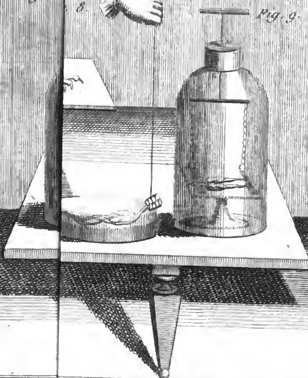


Digitized by Google









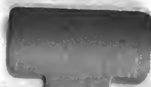
Digitized by Google



Digitized by Google

Google





Digitized by Google

